



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática

Diseño de un curso de cálculo diferencial basado en el
microlearning y un enfoque de múltiples representaciones
semióticas

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Grado de
Doctor en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Heli Herrera López

Dirigido por:

Dra. Reyna Moreno Beltrán

Co-Director:

Dr. Abraham Cuesta Borges

Querétaro, Qro. a de septiembre de 2023



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática
Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa

Diseño de un curso de cálculo diferencial basado en el microlearning
y un enfoque de múltiples representaciones semióticas

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado
Doctor en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Heli Herrera López

Dirigido por:

Dra. Reyna Moreno Beltrán

Co-dirigido por:

Dr. Abraham Cuesta Borges

Dra. Reyna Moreno Beltrán
Presidente

Dr. Abraham Cuesta Borges
Secretario

Dra. Carla Patricia Bermúdez Peña
Vocal

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno
Suplente

Dr. Juan Salvador Hernández Valerio
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
septiembre 2023

DEDICATORIAS

Soy vecino de este mundo por un rato

Y hoy coincide que tu también estas aquí

Coincidencias tan extrañas de la vida.

Tantos siglos, tantos mundos, tanto espacio

Y coincidir.

Silvio Rodríguez.

La matemática es una ciencia que guarda un espacio especial en el hogar de los mexicanos. Es una relación de amor y odio, donde en la mayoría de las ocasiones gana el segundo. La manera en la que enseñamos también no genera que existan muchos adeptos y la realidad es que en muchas ocasiones recordamos a los maestros de matemáticas como un factor negativo por encima de uno positivo. Hace cinco años comencé un viaje sin retorno en la búsqueda de una mejora manera de enseñar la matemática y sobre todo cambiarle la noción que muchos tienen sobre ella, mi familia me apoyó en una locura que pocos entenderían, agradezco a mi hermana, mi cuñado y mis sobrinas por el impulso para seguir trabajando y apoyarme en cada una de las complicaciones que fueron surgiendo. Mi mamá siempre estuvo ahí comentándoles a sus amigas lo complejo que eran mis temas y compartiendo mis conferencias, charlas y pláticas; mi papá no solo me dio ese impulso al inicio del Doctorado, sino que confió ciegamente en que lograría terminar este ciclo. Gracias por todo.

Agradezco a los miembros del sínodo por todos sus comentarios, las atenciones y el apoyo que me brindaron durante estos seis semestres, en especial a mi directora de tesis quien me apoyó en una de las fases más difíciles de este posgrado, gracias Doctora.

Para Diana quien siempre estuvo ahí conmigo apoyándome y escuchándome en cada una de mis locuras, simplemente nunca me quedé quieto en lo académico, pero si en mi corazón, ese si se quedó en paz y siempre contigo. Finalmente, a quien dedico completamente esta obra, el que me da alegría en cada uno de mis días, el artífice de que quiera ser un mejor profesionista, docente y persona, para ti Said, mi amor al infinito.

ÍNDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Justificación	5
1.3 Diagnóstico	8
1.3.1 Resultados	10
2. ANTECEDENTES	16
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	25
3.1 Teoría de registros de representaciones semióticas	26
3.1.1 Representaciones y transformaciones	29
3.1.2 Semiótica y Noética	30
3.1.3 Representaciones semióticas y registros	31
3.2 Microlearning	35
3.2.1. Características del microlearning	36
3.2.2 Aplicaciones del Microlearning	39
3.2.3 Microlearning aplicado a la educación	42
3.3 Aprendizaje Basado en Problemas	46
3.3.1 Aprendizaje Basado en Problemas en Matemáticas	51
3.3.2 Aprendizaje Basado en Problemas mediado por Tecnología	55
4. HIPÓTESIS	58
5. OBJETIVOS	59
5.1 Objetivos.	59
5.1.1 Objetivo General.	59
5.1.2 Objetivos Específicos.	59
6. METODOLOGÍA	60
6.1 Población	60
6.2 Muestra	62
6.3 Técnicas e instrumentos.	64
6.4 Procedimientos.	65
6.4.1 Plan de Intervención	66
6.4.2 Diseño Instruccional	69
6.4.3 Implementación del Diseño Instruccional	79

7. MODIFICACIONES AL DISEÑO INSTRUCCIONAL.....	100
7.1 <i>Cuestionario</i>	100
7.2 Rediseño del objeto de aprendizaje	107
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	117
8.1 Diagnóstico.....	117
8.1.1 Primera sección del diagnóstico.....	118
8.1.2 Segunda sección del diagnóstico.....	124
8.2 Cuestionario.....	128
8.2.1 Nociones Conceptuales	130
8.2.3 Nociones Aplicadas.....	137
8.3 Entrevista	140
9. DISCUSIÓN	152
10. CONCLUSIONES.....	157
10.1 Diseño Instruccional	157
10.2 Actividades.....	158
10.3 Desempeño.....	159
10.4 Proyectos por realizar.....	160
11 REFERENCIAS	162
11. ANEXOS	171

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1.1	Clasificación de la educación obligatoria en México.	3
1.2	Secciones del instrumento.	9
1.3	Impacto de las TIC en cálculo diferencial	15
2.1	Categoría de problemas cognitivos	17
2.2	Categoría de estrategia de enseñanza	19
3.1	Proceso simplificado para la comprensión del objeto matemático	34
3.2	Características del microlearning	37
3.3	Características del diseño de cápsulas	39
3.4	Modelos de enseñanza	41
3.5	Características de los Nativos Digitales	43
3.6	Características de los entornos de micromedia	46
3.7	Habilidades desarrolladas por los estudiantes al resolver un problema	49
3.8	Elementos que todo problema debe contener	51
3.9	Dimensiones desarrolladas en el ABP en clase de Matemáticas	56
6.1	Etapas de la intervención.	68
6.2	Construcción de la presentación interactiva en H5P	72
6.3	Recursos utilizados en la construcción de la presentación	73
6.4	Construcción del libro de contenidos y cápsulas.	74
6.5	Conformación de las actividades de las cápsulas	75
6.6	Actividades autogestivas del curso	76
6.7	Actividades del curso	76

6.8	Tutorial estático	77
6.9	Tutorial dinámico	78
6.10	Visualización del material	79
6.11	Imagen en 360° de la institución como recurso	80
6.12	Visualización de la primera unidad en plataforma institucional	83
6.13	Visualización en plataforma de los archivos adicionales	84
6.14	Representaciones del concepto de límite	85
6.15	Ejemplo de problemáticas	88
6.16	Ejemplo de proyecto de unidad	89
6.17	Metodología del primer parcial	90
6.18	Registros utilizados en el objeto matemático derivada	91
6.19	Ejemplo de problemáticas del uso de la derivada	94
6.20	Metodología del segundo parcial	95
6.21	Registros utilizados en la aplicación de la derivada	96
6.22	Ejemplo de problemáticas del uso de la derivada	99
6.23	Metodología del tercer parcial	100
7.1	Diseño visual de las actividades	102
7.2	Nivel de calidad del diseño instruccional	104
7.3	Calidad del contenido explicado	106
7.4	Visualización de las cápsulas	109
7.5	Modificaciones en H5P	110
7.6	Construcción de contenido estático	111
7.7	Elaboración de representación tabular	112

7.8	Contenido gráfico y tabular	113
7.9	Actividades del curso	113
7.10	Infografía de bloque	115
7.11	Videos de clase adicionales	116
7.12	Material adicional de clase	117
8.1	Dimensiones del diagnóstico	120
8.2	Adquisición de smartphones por estudiante.	121
8.3	Dominio de los contenidos matemáticos	123
8.4	Representaciones por problema	128
8.5	Composición del cuestionario	130
8.6	Dimensión de las preguntas	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1.1	Contexto de los participantes	11
1.2	Uso de TIC en clases de matemáticas	13
1.3	Uso de TIC en el aula	14
3.1	Registros semióticos	28
3.2	Ejemplo de transición entre registros y representaciones	32
3.3	Actividades del ABP en el entorno matemático	53
6.1	Distribución de salones	62
6.2	Distribución de módulos por unidad.	67
6.3	Distribución de los contenidos del curso	70
6.4	Distribución de los contenidos	81
6.5	Ejemplos de registros y representaciones analizadas en clase	86
6.6	Ejemplos de registros y representaciones de la derivada	92
6.7	Ejemplos de registros y representaciones en el aula	97
7.1	Compatibilidad del contenido	102
7.2	Elementos por mejorar del diseño instruccional	103
7.3	Recursos implementados en el diseño	105
7.4	Nivel de aprendizajes esperados	107
7.5	Aspectos por mejorar del diseño	107
8.1	Conectividad a internet por dispositivo	121
8.2	Nivel de dominio tecnológico	122
8.3	Uso de software matemático	123

8.4	Ventajas de usar tecnología en cálculo	124
8.5	Nivel de dificultad del curso de cálculo diferencial	125
8.6	Ejercicios de derivación	125
8.7	Nivel de desarrollo procedimental en el primer problema contextualizado	126
8.8	Nivel de desarrollo procedimental en el segundo problema contextualizado	127
8.9	Concepciones de los objetos	129
8.10	Nociones sobre límite	131
8.11	Aplicaciones de los límites	132
8.12	Noción conceptual de la derivada	133
8.13	Aplicaciones de la derivada	133
8.14	Ejercicio 1 Límites	135
8.15	Ejercicio 2 Límites	136
8.16	Ejercicio 3 Límites	137
8.17	Ejercicio 4 Límites	138
8.18	Problemática Aplicada 1	139
8.19	Problemática Aplicada 2	140
8.20	Perspectiva del diseño instruccional.	143
8.21	Áreas de oportunidad y de crecimiento en el diseño	144
8.22	Aprendizajes obtenidos en el curso	146
8.23	Aprendizajes no esperados	147
8.24	Procesos de aprendizaje en los participantes.	149

ABREVIATURAS

ABP	Aprendizaje Basado en Problemas
CAS	Computed Algebra System
CDEM	Competencia Disciplinar Extendida de Matemáticas
DGB	Dirección General de Bachillerato
LMS	Learning Management System
PDF	Portable Document Format
OVA	Objetos Virtuales de Aprendizaje
RIEMS	Reforma Integral a la Educación Media Superior
SEP	Secretaría de Educación Pública
SEV	Secretaria de Educación de Veracruz
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
UV	Universidad Veracruzana

RESUMEN

La enseñanza del cálculo en México ha sido objeto de múltiples investigaciones las cuales buscan brindar una solución a las diferentes problemáticas que rodean el proceso formativo. La presente investigación construyó una propuesta para la enseñanza del cálculo diferencial en el bachillerato a través de un enfoque de múltiples representaciones y considerando las ventajas que ofrece el microlearning para incentivar y mejorar la comprensión de los conceptos del curso. El diseño instruccional consideró la metodología activa del Aprendizaje Basado en Problemas mediante la incorporación de actividades que fueran afines a los jóvenes y que fueran propio de su contexto; cada cápsula fue de corta duración y se auxilió de material audiovisual e interactivo construido en el software H5P. Para analizar el impacto del diseño se utilizó un enfoque mixto considerando un muestreo por conveniencia debido a que los jóvenes eran menores de edad, participaron 36 estudiantes del área físico – matemática de un bachillerato general. Se aplicaron dos instrumentos, el primero fue cuestionario que permitiera conocer el desempeño de los participantes, así como una entrevista la cual mostró la opinión y percepción de los participantes respecto al diseño instruccional y los aprendizajes obtenidos. Los resultados mostraron que los participantes tuvieron una mejor comprensión de los conceptos del curso, así como un mejor desempeño en las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales respecto al grupo control, de igual forma los participantes externaron que el diseño instruccional y su contenido fueron enriquecedores durante su proceso formativo. Al conjuntar los resultados, se establece que al vincular las nuevas tecnologías emergentes con un enfoque de múltiples representaciones consolida no solo de mejor forma la noción del objeto, sino que refuerza su percepción sobre la aplicabilidad en diferentes entornos, fortaleciendo las dimensiones formativas establecidas por la Dirección General de Bachillerato.

Palabras clave: Múltiples representaciones; Cálculo Diferencial; Microlearning; Aprendizaje Basado en Problemas.

Abstract

The teaching of calculus in Mexico has been subject of multiple investigations which seek to provide a solution to the different problems that surround the educational process. The present research built a proposal for the teaching methods of differential calculus in high school through an approach of multiple representations and considering the advantages offered by microlearning to encourage and improve the understanding of the concepts of the course. The instructional design considered the active methodology of Problem-Based Learning through the incorporation of activities that were related to the participants and that were specific to their context; each capsule was of short duration and was aided by audiovisual and interactive material built in the H5P software. To analyze the impact of the design, a mixed approach was used, considering a convenience sampling because the participants were minors; 36 students from the physical-mathematical area of a general high school participated. Two instruments were applied, the first one was a questionnaire that allowed to know the performance of the participants, as well as an interview which showed the opinion and perception of the participants regarding the instructional design and the learning obtained. The results showed that the participants had a better understanding of the course concepts, as well as a better performance in the conceptual, procedural and attitudinal dimensions compared to the control group; likewise, the participants stated that the instructional design and its content were enriching during their training process. By combining the results, it is established that by linking the new emerging technologies with an approach of multiple representations, not only does it consolidate in a better way the notion of the object, but it also reinforces their perception of the applicability in different environments, strengthening the formative dimensions established by the Dirección General de Bachillerato.

1. INTRODUCCIÓN

La educación en México en el periodo del 2020 al 2022 se encontró en un proceso de transición, las condiciones que propició la pandemia ocasionaron que más de 32 millones de jóvenes y 1.2 millones de docentes tuvieran que transitar sus clases del entorno presencial al virtual (Moreno, 2020). Esta modificación, a pesar de los grandes efectos colaterales que trajo consigo, les permitió encontrar maneras alternativas para impartir sus clases, aún aquellas con contenidos abstractos como la matemática o exactos como las ciencias experimentales mostraron nuevos caminos y estrategias durante la fase pandémica.

Comenzar a crear estrategias donde el estudiante fuera el protagonista de su aprendizaje, así como una visión de cooperación y colaboración permitieron la incursión de nuevos medios y canales de aprendizaje que previamente no habían sido considerados para dicho proceso. La presente investigación retoma estas nociones que, de manera colateral se conjuntaron en este periodo histórico para conformar un curso alternativo de una asignatura con un nivel considerable de pensamiento abstracto, así como con una tasa elevada de reprobación (Riego, 2013) como lo es Cálculo Diferencial.

La investigación crea un escenario interventivo en el que se estipula un modelo de enseñanza a través de la incorporación del microlearning, el cual se encuentra adaptado a las necesidades que los jóvenes nativos digitales requieren dentro de su formación, de esta manera se crearía un curso basado en las ventajas que ofrece la tecnología actual en conjunción con una enseñanza sustentada en la construcción conceptual de los constructos del cálculo diferencial, a través de la teoría de registros de representaciones semióticas de Duval (1999)

La conformación del diseño instruccional utilizado incluye aspectos propios del contexto de los participantes los cuales se obtuvieron a través del diagnóstico, siendo esto un instrumento auxiliar para tener un primer acercamiento a los participantes y su entorno, a su vez se propone la creación de un aprendizaje integral en el que se desarrolle una apropiación de los contenidos mediante el fortalecimiento de las tres dimensiones estipuladas en la Reforma Integral a la Educación Media Superior (RIEMS): actitudinal, conceptual y procedimental. De esta forma se brindará a los estudiantes una formación apegada a los lineamientos establecidos en los planes y programas de estudio de la

Dirección General de Bachillerato (DGB), quienes podrán analizar a través de diferentes cápsulas los contenidos del curso mediante la creación de actividades interactivas, dinámicas y con una fuerte carga orientada a la construcción de los constructos matemáticos que se visualizan dentro de la asignatura.

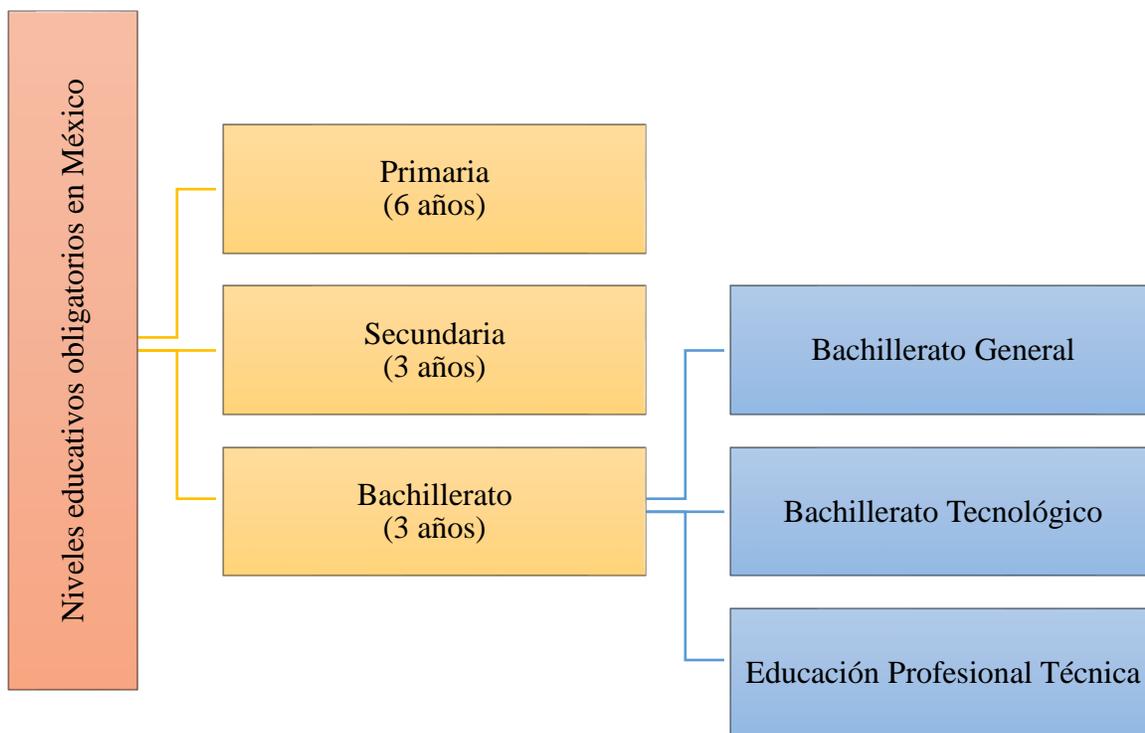
1.1 Planteamiento del Problema

La educación media superior en México comprende el último escalón de la formación considerada como básica y obligatoria por el sistema educativo mexicano. Se considera parte de una etapa preparatoria para la formación de los futuros profesionistas y es el lugar donde se integran todos los conocimientos adquiridos previamente tanto en la secundaria como en la primaria.

La organización del contenido curricular resulta diferente al esquema que existe en los otros niveles escolares debido a que, el bachillerato no se compone de una vertiente única, por el contrario, existen múltiples subsistemas a lo largo de México los cuales se encuentran adheridos a tres grandes grupos: Bachillerato General, Bachillerato Tecnológico y la Educación Profesional Técnica (Diario Oficial de la Federación, 2019) véase la figura 1 la cual muestra la estructura de la educación básica en México.

Figura 1.1.

Clasificación de la educación obligatoria en México



Nota: Elaboración propia

En el caso del Bachillerato General se establece que la formación de los estudiantes se compone por cuatro semestres iniciales donde se imparten asignaturas comunes para todos los estudiantes, las cuales se consideran de tronco común, estas se encuentran conformadas de acuerdo con los cinco campos disciplinares propuestos en la RIEMS: comunicación, matemáticas, ciencias experimentales, ciencias sociales y humanidades (DOF, 2008). Cuando los estudiantes han cursado cada una de las asignaturas de dichos componentes comunes, comienzan a visualizar su futura formación profesional a través de la selección, en el quinto semestre, del área propedéutica.

El área propedéutica del Bachillerato General se compone por cuatro categorías: humanidades y ciencias sociales, económico – administrativo, químico – biológica y físico – matemática. Mediante esta selección, los jóvenes encaminan su decisión hacia su futura etapa universitaria y laboral, debido a que en dichas áreas se imparten los contenidos elementales para los programas universitarios. Una vez mencionado esto, se reconoce al

bachillerato como el primer nivel de los estudiantes rumbo a su futura formación profesional.

Los programas universitarios con orientaciones al área técnica basan sus contenidos disciplinares básicos de acuerdo con pensamientos abstractos y cambiantes (variacionales), debido a la necesidad de las carreras por impulsar a los jóvenes dentro de los procesos productivos de las diferentes industrias y empresas (Iglesias et al.,2018). Todo elemento que se considere cambiante o variable a lo largo del tiempo, necesita de la incorporación de las concepciones y nociones de un concepto: la derivada.

La derivada forma parte de los cursos de Cálculo Diferencial o Cálculo de una variable dentro de las carreras universitarias. De acuerdo con la Facultad de Matemáticas (2020) de la Universidad Veracruzana, el objetivo de la asignatura consiste en dotar a los estudiantes de una herramienta potente y eficaz para estudiar diversos fenómenos que involucran razón de cambio, cabe señalar que estos procesos son propios para diferentes disciplinas como las ciencias básicas, las tecnológicas, económicas, administrativas y relativas a las ciencias sociales.

A pesar de la importancia con la que cuenta la asignatura, existen múltiples problemas que rodean a la enseñanza y aprendizaje del Cálculo Diferencial en el nivel universitario. A través de un minucioso análisis sobre las diferentes vertientes encontradas en las investigaciones donde se ha identificado dos categorías: la primera consiste en los problemas cognitivos que presentan los estudiantes en su aprendizaje y la segunda en las estrategias de enseñanza que tienen los docentes de cálculo.

A través de la categorización de las diferentes investigaciones, se determina que el análisis realizado por diferentes autores recaía en el nivel superior. Sin embargo, la enseñanza del cálculo diferencial no inicia en la etapa universitaria, sino en la educación media superior, lugar donde se comienza a impartir las primeras nociones del cálculo diferencial, así como los conceptos que se manejan, así como la aplicación y manejo de los constructos en problemáticas que implican la aplicación del conocimiento.

Al analizar el programa de estudios de Cálculo Diferencial en el bachillerato, se establece que el objetivo principal que se busca consiste en desarrollar habilidades propias del pensamiento lógico – matemático, mediante la incorporación de procedimientos para derivar y su posterior aplicación en problemas de optimización dentro de situaciones

hipotéticas o reales de su contexto (SEP, 2008). Sin embargo, la enseñanza del Cálculo Diferencial en el bachillerato se encuentra caracterizada por un enfoque de transmisión pasiva, en el que los estudiantes se limitan a recibir la información y donde se brinda un mayor privilegio a la constante repetición de ejercicios, bajo la concepción de propiciar un aprendizaje consolidado y acumulativo a través de tal estrategia (De Zubiria, 1994).

Para conseguir el objetivo estipulado dentro del programa de estudio de Cálculo Diferencial en el bachillerato, se establece en esta investigación la incorporación de una propuesta donde, a través de nuevos recursos tecnológicos como los softwares educativos matemáticos, la creación de un diseño instruccional basado en las necesidades y preferencias del estudiantado, así como la creación de micro sesiones interactivas orientadas a fortalecer la noción de los objetos matemáticos, permita una mayor participación de parte de los jóvenes mediante una adecuada crítica y reflexión de los contenidos.

Para consolidar la propuesta, se incluye las nociones de representaciones semióticas propuestas por Duval (1999) para dotar a los estudiantes de conceptos con múltiples registros, los cuales no solo se analizarán como un elemento procedimental – mecanizado, sino como una integración de las dimensiones procedimental, conceptual y actitudinal. Tomando como marco metodológico el Aprendizaje Basado en Problemas, los estudiantes podrán trascender en sus conocimientos conceptuales y conocer las aplicaciones de los constructos matemáticos en actividades cotidianas.

Contemplando esta metodología, se conjunta una visión nueva y moderna, completamente adaptada al nuevo siglo en el que se encuentran los jóvenes y considerando los ejes y objetivos que se establecen dentro de los planes y programas de estudio de la DGB.

1.2 Justificación

La enseñanza y aprendizaje del Cálculo Diferencial ha sido motivo de una constante preocupación por parte de docentes y estudiantes, quienes cada año visualizan los altos niveles de reprobación que existe en los semestres terminales del bachillerato. De acuerdo con datos de la prueba estandarizada PLANEA del 2015, el 63.7% de los jóvenes tienen conocimientos insuficientes de matemáticas (SEP, 2015), lo cual concuerda con

estimaciones más actuales en donde acorde a la nueva prueba PLANEA de 2017 el 66.2% de los jóvenes del bachillerato siguen teniendo el mismo nivel de insuficiencia en conocimientos matemáticos (SEP, 2017). Considerando que en años posteriores no se aplicó la prueba PLANEA (SEP, 2022) por diversas causas como los cambios de gobierno y la situación pandémica.

El dato previo mantiene una correlación con los altos niveles de reprobación que existen en el curso de Cálculo Diferencial (Herrera & Padilla, 2020) debido a que, los contenidos y conceptos que se emplean en dicha asignatura contemplan conocimientos de cursos previos como los de Álgebra, Trigonometría y Geometría, los cuales forman parte de los reactivos encontrados dentro de las pruebas estandarizadas. Estos aprendizajes son vitales dentro de Cálculo Diferencial ya que forman parte del desarrollo de ejercicios y problemáticas las cuales se sirven para cumplimentar los objetivos establecidos en los planes de estudio de la DGB.

Al poner en análisis las cifras descritas, se establece que, de cada diez estudiantes del curso de Cálculo Diferencial, seis cuentan con un nivel insuficiente para el nivel en el que se encuentra, mientras que apenas uno de ese mismo grupo, cuenta con un nivel bueno y excelente. Lo cual permite comprender los altos porcentajes de incomprensión y reprobación dentro de la asignatura.

Al contrastar la información comprendida en los últimos 10 años de las pruebas estandarizadas, se visualiza que los niveles de insuficiencia detectados se encuentran con valores semejantes a pesar de las constantes políticas educativas que han buscado subsanar esta problemática. El no contar con los niveles deseados para el abordaje del curso de Cálculo Diferencial, crea un escenario de disparidad, en donde muy pocos estudiantes logran alcanzar el perfil de egreso de la asignatura.

Otro elemento por destacar reedita en los procesos de enseñanza detectados en los docentes de bachillerato, los cuales mantienen aún un enfoque de transmisión pasiva, en donde el aprendizaje del estudiante se genera a través de un proceso de repetición y reiteración de los procedimientos visualizados en clase. El brindar mayor importancia a la mecanización de algoritmos ocasiona una falta de conexión entre las dimensiones conceptuales y procedimentales debido a que, los jóvenes consideran que su aprendizaje se encuentra en el desarrollo de un número considerable de ejercicios, por encima de la

comprensión y utilidad de los procesos que están realizando dentro del aula (López et al., 2018).

Al visualizar el proceso de enseñanza de los docentes, se identifica la falta de crítica y reflexión dentro del aula en las sesiones del curso. Lo cual se contrapone al perfil de egreso de los jóvenes al culminar su bachillerato (SEP, 2018). A este factor se incluye la poca noción de los profesores por desarrollar la dimensión actitudinal, la cual suele pasar desapercibida dentro de la formación de los mismos; siendo esto un elemento constante dentro de las clases de matemáticas escolares (Rivera y Lezama, 2011).

Para dar una propuesta de solución a las problemáticas detectadas, la presente investigación promueve la incorporación de un curso de cálculo considerando el microlearning como modelo de enseñanza, el cual brinda la oportunidad de integrar nuevas tecnologías que brinden dinamismo e interacción dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. La creación de cápsulas que permitan su visualización desde cualquier dispositivo electrónico, brinda no solamente mayor accesibilidad a los contenidos, por el contrario, introduce elementos actualizados y más apegados al contexto en el que se encuentran los estudiantes dentro del panorama mundial.

De esta forma se busca tomar las ventajas que ofrece la virtualidad para conjuntar estrategias donde se de mayor prioridad a la comprensión de los conceptos por encima de los procesos de mecanización de algoritmos, contraponiendo las estrategias empleadas por muchos docentes de matemáticas (Castro et al., 2017). Considerando dicha situación, es necesario incorporar dentro el proceso de enseñanza las nociones propuestas por Raymond Duval (1999) quien menciona en su teoría de registros de representaciones semióticas, la importancia de establecer una mejor aprehensión de los conceptos matemáticos mediante la construcción de registros y representaciones, las cuales brinden a los estudiantes una mejor visualización de los constructos desde diferentes perspectivas, aplicaciones y medios.

Contemplando las nociones expuestas, la presente propuesta incorpora la creación de una nueva concepción donde se deje de lado la mecanización de procesos que normalmente existe en la enseñanza de la matemática, para en su lugar, brindar alternativas para los docentes donde se propicien nuevas estrategias de enseñanza y de aprendizaje, proporcionando una mayor prioridad a la aplicación de la matemática por

encima de la mecanización matemática, siendo esto uno de los pilares de la Reforma Integral a la Educación Media Superior (RIEMS) del 2008.

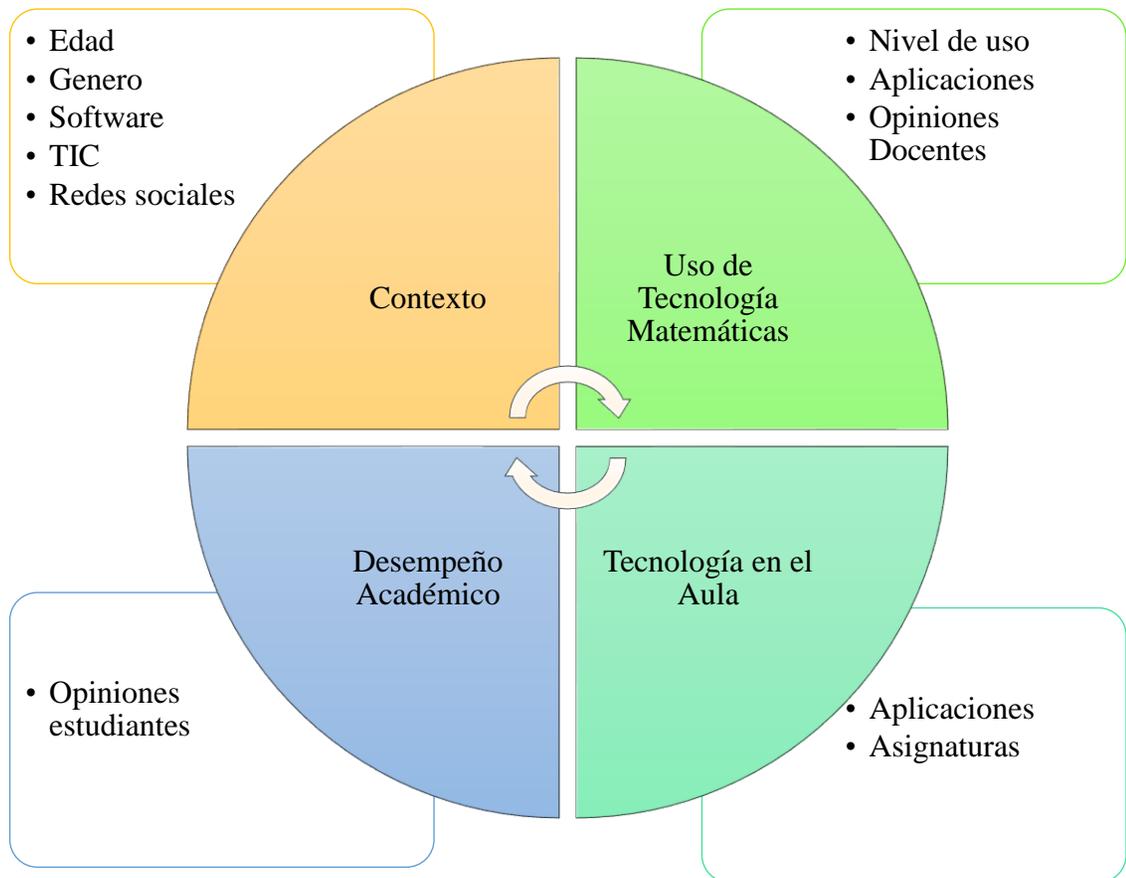
1.3 Diagnóstico

Para analizar el impacto de la tecnología dentro del proceso formativo de los estudiantes, esta investigación aplicó un cuestionario a los estudiantes de quinto semestre del área propedéutica de físico matemáticas de la Escuela Antonio María de Rivera. Se utilizaron un conjunto de preguntas cerradas y abiertas, para las primeras se manejó una escala Likert, la cual se encuentra estructurada por dos extremos recorriendo un continuo desde favorable hasta desfavorable con un punto medio neutral (Arnao & Santiesteban, 2013). El uso de un instrumento con múltiples opciones permite que la visión y opinión de los participantes tengan una mayor certeza respecto a aquellos que solo emplean un escala dicotómica.

Las preguntas se crearon en torno al análisis de 4 aspectos importantes de esta investigación (véase figura 1.2) como lo son el contexto de los participantes, el uso de tecnología en matemáticas, la opinión sobre la tecnología en el aula y el desempeño académico. Con esta amplitud de dimensiones se conoció el entorno de los participantes, así como la conjunción creada entre el uso de las herramientas tecnológicas y el desempeño académico que obtuvieron los jóvenes. Para aquellos reactivos del tipo abiertos, se permite que los participantes tengan una mayor apertura a externar su punto de vista sobre el programa matemático empleado en las clases de cálculo, siendo esto trascendental para tener un panorama más claro del alcance que tuvo la tecnología en el desarrollo académico de los jóvenes.

Figura 1.2

Secciones del Instrumento



Nota: Elaboración propia

La investigación contempló a una población de 60 estudiantes del nivel medio superior, quienes formaban parte del área propedéutica de físico – matemáticas, los participantes ya habían finalizado el curso previo de Cálculo Diferencial el cual se imparte en quinto semestre. Dentro de las preguntas los estudiantes no tuvieron que realizar ningún tipo de problemática ya que los cuestionamientos estuvieron basadas en las experiencias que tuvieron al emplear las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) dentro de las sesiones del curso, de igual forma se buscó conocer la vinculación entre desempeño académico y el nivel de apreciación de las clases.

Como parte del protocolo de aplicación del instrumento, se proporcionó un acuerdo de confidencialidad de la información, así como un permiso consensuado para asegurar obtener respuestas con validez para el estudio. Los dos formatos ayudan a que

exista más apertura de los participantes para externar su punto de vista y por otro lado, si en algún punto si en algún punto lo desean podrán retirar su aporte sin que afecte el desarrollo del proceso investigativo. Otro aspecto destacado es que estos formatos brindan mayor seguridad y certeza de la información la cual se encontrará respaldada con todos los datos recabados en caso de que exista alguna incidencia dentro del proceso.

En la primera sección se encontraban los reactivos relacionados con el contexto, siendo importante para conocer aspectos como la edad y género de los participantes, así como si cuentan con dispositivos electrónicos, software matemático, procesadores de texto e incluso acceso a internet. Los datos recabados permiten tener una noción más clara de las características que comparten los participantes para construir en las futuras etapas, diseños mejores preparados y relevantes para los participantes.

Para la siguiente sección se analizó el impacto de las TIC dentro de las sesiones de matemáticas, destacando que aquí si se consideró a todas las asignaturas previas vistas en el bachillerato (Matemáticas I, Matemáticas II, Matemáticas III y Matemáticas IV). De esta forma se tendrá una mejor opinión sobre la apreciación del estudiantado sobre los recursos tecnológicos y digitales dentro de su formación.

En la siguiente sección se englobó el uso de los recursos tecnológicos dentro del aula. Aquí se encontró la perspectiva de los estudiantes al usar las TIC en las actividades o proyectos de cada asignatura. La información permitió identificar las ventajas que encuentran los participantes, así como las áreas de oportunidad. Por último, en la cuarta sección se incluye una pregunta abierta que determinará su opinión acerca del impacto de las TIC en el curso de Cálculo Diferencial lo cual permitió conocer el alcance de esta experiencia desde su perspectiva.

1.3.1 Resultados

Si se consideran todo el conjunto investigaciones relativas a las dificultades de los estudiantes dentro de la enseñanza del cálculo diferencia, es normal remitirse a los aspectos cuantitativos donde se estipula si el joven llego o no a la respuesta esperada. Sin duda el llegar a completar el proceso algorítmico es importante dentro de la formación del estudiantado. Sin embargo, se deja de lado un conjunto de elementos que también se

encuentran dentro de la formación estudiantil como lo es la opinión y sentir de los jóvenes en su aprendizaje, siendo esto propio de la dimensión actitudinal establecida dentro de los planes de la Dirección General de Bachillerato a nivel nacional. Al revisar la información se visualiza que existe una verdadera conciencia en los participantes sobre la importancia del uso de los medios electrónicos dentro de las clases de matemáticas e incluso de cálculo diferencial. Aunque no existe un alto nivel de habilidad en el campo tecnológico y digital por parte de los jóvenes, si se presenta una mejor disposición en ellos al incluir elementos que les resultan interesantes y más actuales a su entorno.

Para obtener un análisis más detallado fue necesario clasificar cada una de las respuestas de los participantes en sus respectivas categorías: contexto, manejo de las TIC en matemáticas, habilidad tecnológica y el impacto de las TIC en el Cálculo Diferencial., siendo este aspecto el que obtuvo información más relevantes dentro de este estudio, véase la tabla 1.1.

Tabla 1.1

Contexto de los participantes.

1. Edad promedio de los participantes				
17.6 años				
2. Género				
Hombres		Mujeres		
46 (77%)		14 (23%)		
4. De los dispositivos electrónicos que hay en tu hogar. ¿Cuál fue el que más utilizas para realizar las actividades virtuales de la escuela?				
Laptop	Computadora de Escritorio	Tableta	Teléfono móvil (Celular)	Otro
3 (5%)	18 (30%)	5 (8%)	34 (57%)	0

Nota: Elaboración propia

Al reflexionar sobre la información más importante sobre el contexto de los jóvenes, se aprecia un efecto similar al reportado en investigaciones de Rojas & Correa (2014) donde se establece una mayoría de sexo masculino respecto al femenino. Otro dato que tuvo similitud con lo estandarizado por el nivel educativo es el de la edad ya que los participantes rondan los 17 años. Por otro lado, en el caso de los dispositivos electrónicos se muestra una tendencia evidente hacia el uso de los dispositivos móviles (celulares) los cuales con el paso del tiempo se han convertido en un importante aliado de los jóvenes dentro de su proceso formativo, en este caso más de la mitad de los participantes prefieren usar esta tecnología a diferencia de una computadora o laptop.

Por lo que respecta a la segunda sección el uso de las TIC dentro del curso de cálculo diferencial mostró resultados importantes. Por ejemplo, existe una noción básica en los jóvenes al momento de construir y exhibir sus productos, lo cual demuestra que no conocen completamente el potencia que pueden alcanzar en ciertas aplicaciones o programas. Una posible relación con este caso es el desarrollo de la situación global de la pandemia de Covid 19 lo cual trajo consigo cambios considerables en el desempeño de los jóvenes. Otro aspecto destacable es el uso del software matemático el cual evidencia que los jóvenes tienen una severa dificultad para manejar y desarrollar dicha paquetería informática, este hecho trae una consecuencia ya que los jóvenes prefieren realizar en físico su procedimiento y no llegan a comprobar sus resultados en el software matemático.

A su vez uno de los programas más usados por los jóvenes resultó ser GeoGebra con más de la mitad de preferencia en el estudiantado, las demás aplicaciones tuvieron una incidencia menor lo cual demuestra la hegemonía existente en este rubro por parte de dicho software. Por último, el uso que más existió para este tipo de programas fue el de validación de resultados ya que al momento de usar este tipo de tecnología les permite conocer si sus actividades o tareas son correctas o no. En la tabla 1.2, se muestra en detalle este conjunto de opiniones.

Tabla 1.2.*Uso de TIC en clases de Matemáticas.*

3. Al entregar tus actividades de matemáticas. ¿Cuál de las siguientes opciones has utilizado para realizarlas?				
Fotografía	PDF	PowerPoint	Prezi	Canvas
37 (62%)	12 (20%)	2 (3%)	2 (3%)	7 (12%)
4. En clases de matemáticas. ¿Tu docente te ha solicitado utilizar algún software matemático?				
SI			NO	
4 (7%)			56 (93%)	
5. A pesar del uso o no de software matemático en clase. ¿Para qué utilizas estas herramientas?				
Comprobar resultados	Auxiliar en problemas de tarea	Copiar la respuesta	Otro	
26 (43%)	16 (27%)	14 (23%)	4 (7%)	
6. ¿Cuál de los siguientes softwares matemáticos prefieres utilizar?				
GeoGebra	WolframAlpha	Photomat	Derive	
32 (53%)	9 (15%)	7 (12%)	10 (17%)	

Nota: Elaboración propia

En la siguiente sección se analizó una perspectiva más completa del uso de la tecnología dentro del aula. Aquí se consideró no solo el caso de Cálculo Diferencial sino el conjunto de asignaturas que conforman el campo disciplinar de matemáticas. En los resultados se observó que existe una mejor perspectiva de la matemática si se incorpora tecnología para su impartición. Sin embargo, si se sinceran y reconocen que no cuentan con las habilidades necesarias para poder usar los recursos tecnológicos que existen, siendo esto un problema

dentro de su formación ya que no logran explotar el total de capacidades que los software ofrecen. En la tabla 1.3, se muestra este conjunto de elementos.

Tabla 1.3.

Uso de TIC en el aula.

Sección 3.				
1. En otras clases distintas a matemáticas, ¿Has utilizado herramientas tecnológicas o algún software para realizar tus actividades?				
SI		NO		
49 (82%)		11 (18%)		
2. ¿Cuál es tu dominio de las aplicaciones o software que utilizas para realizar tus actividades?				
Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
5 (8%)	9 (15%)	17 (28%)	19 (32%)	10 (17%)
3. De las siguientes aplicaciones, selecciona cuál es la que más utilizas para realizar tus actividades escolares				
Word	PDF	Canvas	Otro	
23 (38%)	20 (33%)	14 (23%)	3 (5%)	

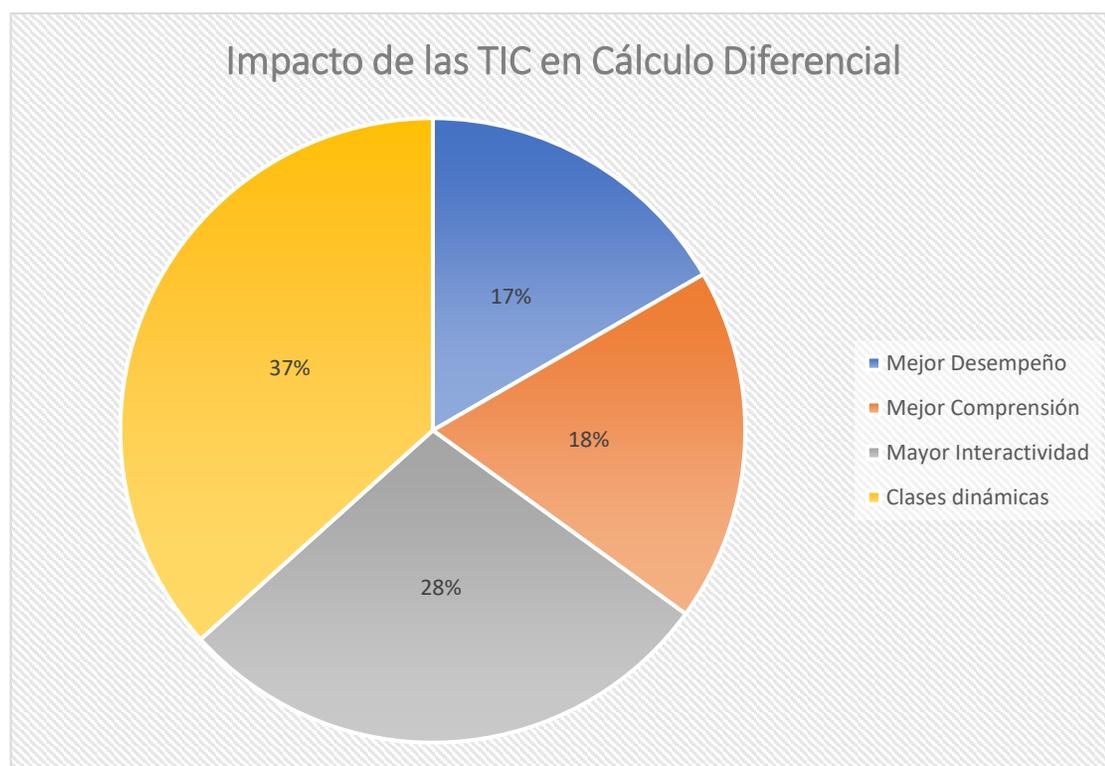
Nota: Elaboración propia

Por último, en la última pregunta la cual fue abierta donde se les pidió a los jóvenes analizar el impacto del uso de las TIC en el curso de Cálculo Diferencial. Como en este

reactivo se presentaron un conjunto de opiniones, se decidió clasificarlos en 4 dimensiones: i) mejora de desempeño, ii) mejor comprensión, iii) mayor interactividad, iv) clases más dinámicas. Si se analiza la información de la figura 1.3, se identifica que los participantes contemplan que las clases de Cálculo Diferencial si podrían ser más dinámicas si se llega a incorporar recursos tecnológicos, lo cual es también es vinculado con una mayor comprensión; al sumar dichas categorías el porcentaje de ambas sería mayor a la mitad, siendo esto un factor a considerar a futuro. Por último, se destaca que ningún joven considero como un elemento negativo a las TIC dentro del Cálculo, por el contrario, el conjunto de valoraciones se concentraron en las ventajas desde su perspectiva, véase la figura 1.3.

Figura 1.3.

Impacto de las TIC en Cálculo Diferencial.



Nota: Elaboración propia

Este conjunto de resultados permite conocer tanto el contexto como el escenario en el que se encuentran los estudiantes, así como el entorno donde se plantea aplicar el proceso

interventivo. De igual manera, crea un canal de correlación entre las problemáticas detectadas en conjunto con los aportes investigativos que existen por parte de otros teóricos, los cuales serán analizados y mencionados en los capítulos consecuentes.

2. ANTECEDENTES

La asignatura de Cálculo Diferencial forma parte del área de componente básica de distintos centros de educación superior en México. Los procesos de variabilidad y de cambio son propios de las carreras del área técnica, en donde es necesario conocer estos aspectos para posteriormente conocer su cambio a través del tiempo. Una correcta apropiación de los contenidos de la asignatura permite una mejor comprensión de conceptos más complejos vistos en otras materias como Ecuaciones Diferenciales, Cálculo Integral, Cálculo Multivariable, entre otras.

Sin embargo, a pesar de la importancia que posee la asimilación de sus conceptos para los programas educativos, se han manifestado un conjunto de problemáticas relativas al proceso de enseñanza y aprendizaje del Cálculo Diferencial. Al visualizar las circunstancias se encuentran factores como tasas elevadas de reprobación, poca comprensión de los contenidos, deserción escolar, así como estrategias de enseñanza desactualizadas y descontextualizadas.

El conjunto de factores ha tenido un análisis exhaustivo en el nivel superior, en donde se ha constatado las dificultades que presentan los estudiantes universitarios para no solo acreditar la asignatura, sino también, para consolidar un aprendizaje significativo. Sin embargo, no se ha profundizado en la raíz del problema como tal, el cual no surge en la universidad sino en la educación media superior. El bachillerato es el lugar donde se comienza a analizar y visualizar los conceptos básicos del Cálculo Diferencial. En este nivel se brindan las primeras nociones sobre la utilidad de los límites, las derivadas, las concavidades, entre otros conceptos que forman parte del estudio de la asignatura.

A pesar de ser un nivel educativo diferente, los problemas descritos previamente se visualizan también en el bachillerato (Herrera y Padilla, 2020) donde los estudiantes y los docentes mantienen las mismas problemáticas relativas a la enseñanza y aprendizaje del curso. Al realizar un análisis minucioso de la literatura, se han identificado dos categorías: la primera consiste en los problemas cognitivos que presentan los estudiantes

en su aprendizaje y la segunda en las estrategias de enseñanza que tienen los docentes de cálculo.

Figura 2.1.

Categoría de problemas cognitivos

Problemas cognitivos en aprendizaje estudiantes



- Dificultad para desarrollo de problemas con contenido variacional en estudiantes preuniversitarios (Barajas et al., 2018)
- Elevados índices de reprobación en estudiantes universitarios en cálculo (Riego, 2013)
- Poca habilidad de los estudiantes de cálculo para resolver problemáticas (Prada y Ramírez, 2017)
- Poca comprensión de los estudiantes de conceptos claves de cálculo diferencial (Bressoud, 2016).
- Dificultad para utilizar la derivada en aplicaciones como máximo o mínimos (Moreno y Cuevas, 2004)

Nota: Elaboración propia

Para la primera categoría (véase figura 2.1), se encuentran investigaciones como la de como la de Barajas et al. (2018), quienes analizaron el nivel de resolución de problemas aplicados con contenido variacional en estudiantes preuniversitarios. Los resultados que obtuvieron mostraron que los participantes tuvieron grandes problemas durante el desarrollo de procedimientos aritméticos, procesos geométricos y analíticos, siendo el conjunto de estos conocimientos, contenidos previos de los primeros semestres del bachillerato.

Por su parte Riego (2013) analizó los altos niveles de reprobación que existían en el Instituto Tecnológico de Querétaro en donde se determinó que los jóvenes tenían un desempeño bajo en la asignatura derivado de cuatro factores: deficientes técnicas de estudio, falta de autogestión de los aprendizajes, niveles poco adecuados de conocimientos previos y las dificultades en procesos algorítmicos. Esta situación fue analizada en tres

programas universitarios donde los resultados mostraron la tendencia previamente descrita.

De igual manera, Prada y Ramírez (2017) investigaron el desempeño de estudiantes universitarios de Colombia, mediante un muestreo donde se les aplicó un cuestionario para analizar de manera cuantitativa y cualitativa el nivel de comprensión de los jóvenes en problemas de optimización, el cual forma parte del último bloque del curso de Cálculo de una Variable. Dentro de sus resultados, encontraron que los estudiantes no logran un proceso adecuado de modelación matemática en dicho curso debido a que no tienen una buena noción de los conceptos vistos. Esto permitió concluir que dicha problemática dificulta la enseñanza de los contenidos de optimización ya que los jóvenes realizan los procedimientos algebraicos, pero no logran transmitirlos hacia un modelo aplicado.

Por su parte, Bressoud et al. (2016) identificaron las dificultades que presentan los estudiantes al analizar los conceptos claves del curso como son: límites, derivadas, funciones, entre otros. El no tener una noción del origen del constructo y su uso, genera grandes vacíos en la formación de los jóvenes quienes no logran en muchas ocasiones, acreditar el curso debido a dicha situación.

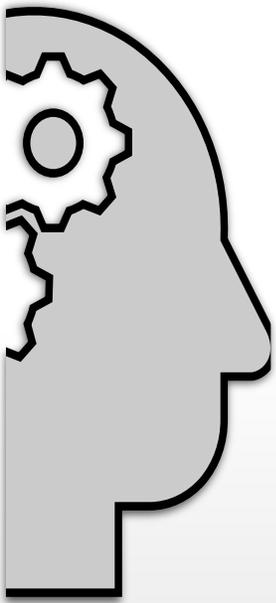
En el caso de la investigación de Moreno y Cuevas (2004) se analizó el desarrollo de problemas aplicados de Cálculo Diferencial del tema de máximos y mínimos donde se interpretaban los resultados obtenidos por los estudiantes de diferentes niveles educativos: maestría, ingeniería y docentes. Los resultados evidenciaban que los participantes, sin importar su posición y grado académico, mostraban una falta de reflexión en sus respuestas debido a que, los valores obtenidos en los problemas eran carentes de sentido. Esto mostraba que, se ejercen procedimientos de manera rutinaria, utilizando un proceso de mecanización fuera de contexto, sentido y sin crítica.

En las investigaciones que previamente se mencionan se constata que los estudiantes no cuentan con las habilidades y conocimientos elementales que requiere el curso de cálculo diferencial para ser acreditado, lo cual ocasiona que existan altos índices de reprobación y que los jóvenes no logren una comprensión adecuada de los contenidos que estipula la asignatura.

Por otro lado, las dificultades que son relativas al proceso de enseñanza, se subdividen en dos categorías, la primera consiste en aquellas investigaciones que incluyen nuevas tecnologías dentro de las sesiones, mientras que la segunda se orienta a los procesos de enseñanza bajo un entorno totalmente presencial. En la figura 2.2 se muestra dicha clasificación.

Figura 2.2.

Categoría de estrategias de enseñanza



Estrategias de enseñanza docentes

- **Nuevas tecnologías**
 - Inclusión de Objetos Virtuales de Aprendizaje en curso de cálculo (Martínez et al., 2018)
 - Diseño de una aula invertida (Fúneme, 2019)
 - Implementación de un curso de cálculo a distancia (Fornari et al., 2017)
 - Aprendizaje móvil basado en micro aprendizajes (Molino y Romero, 2010)
 - Curso de cálculo con propuestas pedagógicas medidas por TIC (Morantes et al., 2019)
 - Utilización de software educativo en aspectos procedimentales del cálculo (Sevimli, 2016)
 - Implementación de Facebook como herramienta de enseñanza para estudiantes en riesgo (Arguedas, 2016)
- **Enseñanza entorno presencial**
 - La enseñanza del cálculo se basa en procesos algorítmicos y algebraicos (Artigue, 2003)
 - Los docentes de cálculo prefieren una enseñanza magistral (López et al., 2018)
 - Incorporar nuevas estrategias y herramientas tecnológicas (Parra, 2104).
 - Falta de vinculación con otras disciplinas (Iglesias et al., 2018)
 - Importancia de generar mayor apropiación conceptual en clases de cálculo (Castro et al., 2017)
 - El cálculo se basa en enfoques algebraicos y algorítmicos (Mercedes et al., 2017)

Nota: Elaboración propia

En el primer caso se encuentra la investigación de Martínez et al. (2018) quienes, a través de un diseño instruccional, contrastaron el desempeño de dos grupos de Cálculo

Diferencial, uno experimental en donde se llevó a cabo el uso de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA); y un segundo grupo control quienes tuvieron un curso tradicional. Los resultados mostraron que, al comparar los desempeños, los miembros del grupo experimental, quienes tuvieron el uso de los objetos de aprendizaje obtuvieron mejores resultados en los cursos. Esto permitió concluir que la incorporación de los OVA en la enseñanza, ayuda a reforzar la comprensión de los conceptos, lo cual trajo excelentes beneficios para los estudiantes quienes lograron un mejor entendimiento de los constructos matemáticos.

El incorporar las TIC ha permitido la aplicación de nuevas estrategias dentro del aula, tal como los programas de estudio lo solicitan dentro de sus indicadores (Salgado et al., 2020). En la investigación de Fúneme (2019), quien utilizó un aula invertida sustentada con nuevas herramientas tecnológicas, se consiguió que los estudiantes tuvieran un mayor protagonismo en las sesiones. Sin embargo, no logró tener los resultados esperados ya que el docente terminó participando con el mismo ritmo que en un entorno presencial. Esta situación resulta semejante a lo que Fornari et al. (2017) analizaron al implementar sesiones de Cálculo Diferencial a distancia con el fin de reducir los altos índices de reprobación en la asignatura. De igual manera, los resultados no fueron los esperados ya que los estudiantes tuvieron muchas dificultades para organizarse y las sesiones, al no estar bien estructuradas, propiciaron que los jóvenes prefirieran perder el tiempo en redes sociales en lugar de acceder al curso.

En los estudios de Fúneme (2019) se incluye el uso de TIC para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, las actividades entregadas no se presentaron acorde con lo establecido en los instrumentos de evaluación. Por otro lado, Molina y Romero (2010) crearon un ambiente de aprendizaje móvil basado en un micro – aprendizaje en un curso impartido en el Tecnológico de Monterrey, de esta manera aprovecharon las ventajas que ofrecen los nuevos smartphones para promover una enseñanza con intervalos cortos, con mayor productividad y accesibilidad. Los resultados obtenidos mostraron una mejor autonomía en los estudiantes, así como una mejor organización de los contenidos tanto por ellos como por el docente, lo cual mejoró su desempeño académico.

Por su parte, Morantes et al. (2019) analizaron aspectos cualitativos y cuantitativos en un curso con propuestas pedagógicas y didácticas mediado por el uso de TIC. Dentro de las dimensiones analizadas se ubicaron las percepciones de los estudiantes en contraste con el desempeño de los participantes. Los resultados mostraron la existencia de una mayor participación de parte de los estudiantes en conjunto con un papel más activo y dinámico, siendo este factor un elemento importante dentro de las problemáticas detectadas, debido a la baja participación existente en clases con modalidad presencial, así como al poco trabajo colaborativo existente en la modalidad.

En el caso de Sevimli (2016) la investigación hizo uso del software educativo *Computer Algebra System* (CAS) para ayudar a los estudiantes en el aspecto procedimental en la enseñanza del cálculo para poder centrarse en los conceptos elementales de función, límite y derivada, así como de dotar a los jóvenes de múltiples representaciones de los temas antes mencionados. Los datos obtenidos mostraron que al comparar un grupo control en el que se abordó la clase de manera normal los estudiantes tenían un buen desarrollo algebraico y procedimental pero un escaso desarrollo conceptual de los contenidos, por el otro lado, los jóvenes que usaron el CAS tuvieron un gran desarrollo conceptual pero muchas dificultades en la parte procedimental lo cual reflejaba que el uso del software dejaba al descubierto el desarrollo deficiente de estas habilidades.

Un ejemplo del uso de redes sociales en cursos de cálculo diferencial fue analizado por Arguedas (2016), donde se muestra una alternativa a la enseñanza del cálculo a través de la incorporación de la red social *Facebook* en estudiantes de la Universidad de Costa Rica, así como en los docentes que imparten dicha asignatura. Este estudio hace hincapié en el gran uso que hacen los jóvenes de las redes sociales para utilizar dicha habilidad en una asignatura que presenta la mayor dificultad en los estudiantes de ingeniería de dicho programa educativo. Los resultados mostraron que los estudiantes que participaron en el proyecto tuvieron un buen rendimiento en sus evaluaciones finales y que a su vez se sintieron con mayor cercanía con el docente del grupo ya que les resultaba fácil poder resolver sus dudas y poder intercambiar puntos de vista con sus otros pares.

Por último, Camacho (2011) analizó el efecto de una enseñanza dinámica del cálculo mediante la incorporación de actividades topográficas de diferentes épocas con lo cual no solo se abordan problemáticas aplicadas, sino que se recrean las acciones que otros

personajes históricos realizaron para obtener sus principios o reglas topográficas. Las actividades se encontraban referenciadas y tomaban como base los aspectos trigonométricos de la matemática, todo esto bajo un enfoque centrado en los estudiantes. Los resultados arrojaron que los jóvenes tuvieron una mejor disposición de trabajo y una mayor comprensión de los contenidos analizados los cuales ayudaron a tener una mejor representación trigonométrica de los aspectos topográficos analizados.

En cuanto a los procesos de enseñanza totalmente presenciales se parte del análisis que Michelle Artigue (2003) fundamenta que la enseñanza del cálculo se basa en el aprendizaje de prácticas algorítmicas y algebraicas las cuales son el centro del proceso de evaluación. Esta concepción es respaldada también por los estudiantes quienes, piensan que la manera más segura para dominar los contenidos de la asignatura no debe consistir en la comprensión, sino en solo funcionar mecánicamente (Artigue, 2003).

La visión de Artigue sobre la enseñanza del cálculo resulta semejante a lo analizado por Alfaro y Fonseca (2019) quienes estudiaron la manera en la que los docentes impartían sus clases en el nivel universitario. Los resultados encontraron que, los profesores están acostumbrados a seguir una enseñanza magistral donde se da una mayor prioridad a la mecanización de procedimientos y algoritmos.

De igual manera López et al. (2018) analizaron las estrategias de enseñanza de distintos docentes de Cálculo Diferencial, a través de una investigación etnográfica, mediante la cual se percataron que los profesores tienen una mayor predilección por un modelo tradicional de enseñanza, en donde los maestros dan mayor importancia al desarrollo procedimental por encima del conceptual y actitudinal.

Por su parte Parra (2014) realiza un análisis histórico sobre las dificultades que han rodeado a la enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial tanto en universidades como en la educación media superior. En su análisis encuentra similitud entre diversas investigaciones donde se visualiza una enseñanza que da prioridad a los procesos algorítmicos y mecánicos por encima de la comprensión, a partir de esta noción se logra crear un conjunto de visiones que brindan soluciones para crear una enseñanza más dinámicas, participativa y de reflexión entre los estudiantes. De esta manera el docente deberá asumir un nuevo rol en sus estrategias donde su función consistirá en analizar e

investigar nuevas técnicas para impartir los contenidos del curso y brindar una visión más actualizada de los usos del cálculo en sus clases.

Al visualizar los nuevos roles de investigación docente, se puede incluir la investigación de Iglesias et al. (2018) quienes, a través de un análisis en estudiantes universitarios de ingeniería, reflexionan sobre la importancia del Cálculo Diferencial como base para un futuro desempeño profesional exitoso. Sin embargo, evidencian que existen dificultades para la comprensión de los contenidos del curso, los cuales se deberían abordar a través de un enfoque interdisciplinario donde exista una clara vinculación con otras asignaturas mediante el uso de problemáticas y proyectos estructurales. De esta forma los estudiantes abstraerían los conceptos a través de la práctica y conexión procedimental de sus resoluciones, lo cual permitiría un mejor aprendizaje de la asignatura.

Dentro de las concepciones de nuevos roles el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha creado una nueva alternativa a la enseñanza de la matemática, Vera et al. (2021) han mostrado que bajo esta nueva modalidad el docente deja el protagonismo del proceso de enseñanza y se dota a los estudiantes de nuevas facultades, sobre todo investigativas las cuales permiten dar solución a las problemáticas que se plantean en los cursos. La metodología del ABP no solo muestra una mejora en el desempeño de los estudiantes al tener una mayor participación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, a su vez brinda una nueva perspectiva a los mismos sobre la utilidad de los conceptos y objetos matemáticos que se analizan lo cual impacta en forma benéfica en su desempeño académico.

Al analizar los factores comunes de las investigaciones se identificó que los estudiantes que trabajaban con estrategias de enseñanza tradicional, presentaban altos índices de reprobación, siendo esto un elemento común de las diversas carreras afines a la asignatura en la etapa universitaria. Esta problemática se presenta debido a que los jóvenes no cuentan con una adecuada apropiación de los contenidos del curso de Cálculo Diferencial, tal como lo investigaron Castro et al. (2017) quienes retomaron la teoría de representaciones semióticas de Duval (1999) para dotar a los estudiantes de más registros dentro de su proceso de aprendizaje, de tal manera que pudieran relacionar de diferentes

maneras a un mismo concepto. Los resultados mostraron que los participantes lograron un mejor desempeño al realizar las actividades propuestas dentro de la prueba.

Esto coincide con lo analizado por Mercedes et al. (2017) quienes en su aporte determinan que la enseñanza del cálculo se basa en enfoques algorítmicos y algebraicos los cuales limitan la comprensión significativa de los conceptos y métodos de pensamiento matemáticos. Ante esta situación, plantearon la incursión de la teoría de representaciones semióticas en los objetos matemáticos para crear una mejor apropiación de los contenidos del curso. Los resultados mostraron una mejora en el desempeño de los estudiantes en las actividades del curso, quienes mostraron una mejor conexión entre sus nociones conceptuales y las habilidades procesales a través de la conversión de representaciones.

Una vez analizadas las diferentes investigaciones, es posible visualizar que existen grandes dificultades dentro de la enseñanza del Cálculo Diferencial en el nivel universitario. En los aspectos relativos a los docentes se visualiza que la inclusión de tecnología permite una mayor participación entre los estudiantes, así como un mejor desarrollo actitudinal dentro de la asignatura. Sin embargo, se debe crear un diseño instruccional que se encuentre debidamente ordenado y con una adecuada planificación de las actividades para que los jóvenes se interesen en el curso. Por otro lado, en cuanto a los elementos cognitivos se ha encontrado que, en la mayoría de los casos, los estudiantes no poseen los conocimientos previos para responder a los requerimientos de la asignatura de cálculo diferencial.

Derivado de lo anterior, es que surge la intención de desarrollar una propuesta interventiva que, a través del diseño instruccional y la incorporación de herramientas digitales, logre promover las representaciones semióticas requeridas para la apropiación adecuada de los contenidos del curso.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El marco referencial de esta investigación se sustenta en la teoría de representaciones semióticas de Duval (1999), la cual permite crear una serie de registros semióticos dentro del cerebro para que posteriormente se conjugue un proceso de apropiación del concepto a través de la consolidación de múltiples representaciones.

De esta manera se plantea dotar a los estudiantes no solo de una representación procedimental del cálculo, sino brindarles una serie de registros en su gnosis para consolidar los conceptos que se visualizan a lo largo del curso.

Por otro lado, es necesario que, a lo largo del proceso de las actividades del diseño instruccional, se realice un trabajo orientado no solamente a la resolución de ejercicios de cálculo, sino que además se profundice y conduzca a los jóvenes al análisis de problemáticas que permitan englobar las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales mediante las estrategias de resolución. Por ello resulta importante establecer un marco metodológico en el que los jóvenes visualicen a través de un aprendizaje basado en problemas la forma en la que desarrollarán y visualizarán los contenidos del curso.

Para complementar este proceso se establece la creación de un diseño instruccional basado en la construcción de los conceptos matemáticos mediante un enfoque multi – representativo, el cual brinda a los estudiantes una mejor apropiación de los contenidos del curso, así como una perspectiva más completa ya que las actividades del diseño incluyen diferentes registros y representaciones de los objetos, lo cual muestra las diferentes aplicaciones, usos y contextos en los que se encuentra presente el concepto.

De esta forma la creación del diseño instruccional considera un modelo de microlearning en el cual se aborden las temáticas o unidades a través de pequeñas cápsulas, las cuales se encuentren integradas de recursos interactivos, dinámicos y con un vínculo tecnológico y actualizado al entorno en el que se lleva a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje. Considerando dichos preceptos, las actividades serán de corta duración, pero con un mayor análisis y reflexión por parte de los participantes, siendo estas habilidades primordiales dentro del perfil de egreso propuesto por la RIEMS.

3.1 Teoría de registros de representaciones semióticas

El aprendizaje de la matemática es considerado como un campo con diversas vertientes donde se conjugan actividades cognitivas como la conceptualización, el razonamiento, la resolución de problemas y la comprensión de textos (Duval, 2004). En este proceso de aprendizaje se requiere de una transición entre el lenguaje natural hacia registros visuales o gráficos de representación.

Al comenzar a enseñar en el campo de las matemáticas nos topamos con la noción de número, que se muestra a los estudiantes desde una representación simbólica, pictográfica, funcional y gráfica. Este conjunto de representaciones constituye una forma semiótica que se establece a través de registros. De esta manera el aprendiz no visualiza al concepto “cinco” desde una sola visión, sino conjuga esta serie de registros para consolidar en su gnosis el significado de cinco desde el conjunto de perspectivas visualizadas.

El término de representación resulta ser complejo debido a que encierra múltiples significados. De acuerdo con Espinosa (2005) una representación se entiende como el conjunto de herramientas, acciones, signos o gráficos, que hacen presentes los conceptos y procedimientos matemáticos y con los que los sujetos abordan e interactúan con el conocimiento matemático. El concepto muestra su complejidad si se visualiza el conjunto de representaciones que se gestan alrededor de un mismo sistema, lo cual puede ocasionar una confusión en los aprendices. Dreyfus (1991) detalla la confusión presente cuando surgen, al mismo tiempo, un conjunto de representaciones mentales las cuales entrarían en conflicto; para ello propone una abstracción que permita comprender con mayor detenimiento las diferentes nociones que rodean al sistema.

Dentro de los sistemas se muestran dos diferentes representaciones: internas y externas. De acuerdo con Cucoo & Curcio (2001) las primeras corresponden a las imágenes que se crean en la mente para representar procesos u objetos matemáticos, siendo éstas las más complejas de describir. Por otro lado, las externas son aquellas que se comunican a otras personas a través de diálogos, obra escrita, textos o para el caso de las matemáticas, mediante figuras geométricas o ecuaciones.

Las dos representaciones son importantes para el proceso de aprendizaje y para el pensamiento matemático. Dreyfus (1991) establece que las externas permiten establecer

los canales de comunicación acerca del concepto de manera sencilla, mientras que la interna sucede en el canal mental (abstracto) y retoma las nociones previas de los sujetos para interactuar con el mundo exterior y a partir de ahí, construir sobre dicha base las representaciones de un objeto.

De acuerdo con Goldin y Shteingold (2001) un desarrollo eficaz de las representaciones en la educación matemática deberá tener correspondencia coherente y una buena comunicación con el sistema matemático establecido, de esta manera se vinculan las representaciones internas con las externas. Abstraer y procesar los objetos matemáticos para poderlos comunicar y compartir a través de canales de comunicación más comprensibles para todo el público.

Una vez abordadas las diferencias entre las representaciones, es necesario visualizar a los sistemas de representaciones los cuales de acuerdo con Castro et al. (2017) son un conjunto estructurado de *Notaciones*, símbolos y gráficos, con reglas y convenios, que permiten expresar las propiedades de un concepto, el cual puede provenir de diferentes vertientes las cuales no son excluyentes entre sí.

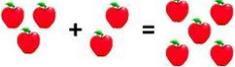
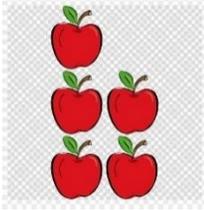
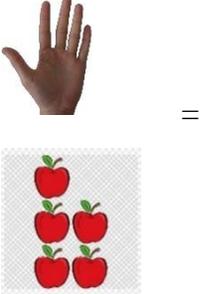
En el caso de las matemáticas, los diferentes sistemas de representación que se abordan son: las figuras, las gráficas, la escritura simbólica (sistemas de escritura numérica, escritura algebraica, lenguajes formales) y el lenguaje natural (Puig, 1994). Sin embargo, la enseñanza de la matemática el lenguaje utilizado difiere de los lenguajes naturales a los que normalmente los estudiantes se encuentran adaptados. Es normal que al hablar de matemática se piense en números, símbolos y algoritmos, pero la realidad es que se debe dialogar de la disciplina mediante el lenguaje, el cual debe estar provisto de las experiencias previas de los estudiantes, sus contextos y entornos los cuales ayudarán a moldear y construir un conocimiento matemático a través de un conjunto de representaciones (Penalva y Torregrosa, 2001).

Por otro lado, Duval (1999) sostiene en su teoría que, el uso de un enfoque de múltiples representaciones es esencial para el pensamiento matemático. La manera más sencilla a la que se puede acceder a un objeto matemático es a través de la producción de representaciones semióticas y los registros generados forman una noción cognitivamente parcial respecto a lo que representa. Por ello resulta necesario que en la enseñanza de la matemática no se visualice un solo registro de representación, lo cual crearía una falta de

comprensión del objeto mismo, ya que solo se estaría analizando de manera parcial al concepto. A continuación, en la Tabla 3.1 se muestra un ejemplo de registros:

Tabla 3.1.

Registros semióticos

Concepto: Número				
<i>Representación Simbólica</i>	<i>Representación pictográfica</i>	<i>Representación Funcional</i>	<i>Representación Gráfica</i>	<i>Representación lógica</i>
5				

Nota: Elaboración propia

Las imágenes mentales que surgen a raíz del concepto matemático surgen de la experiencia y el aprendizaje previo del estudiante. Esta construcción de la definición conceptual puede diferir de la noción formalmente aceptada por la comunidad matemática o por otro lado, pudo ser aprendida de manera memorística sin tener un aprendizaje significativo. Ante este conflicto autores como Artigue (1990) establecen que el concepto matemático posee las siguientes características: i) la noción matemática de acuerdo con el contexto del saber en la época referida, ii) el conjunto de significados asociados al concepto, iii) la clase de problemas en cuya solución adquiere su sentido y iv) los instrumentos específicos en el tratamiento del problema.

Normalmente la concepción creada por el estudiante no suele coincidir con la definición del concepto. Sin embargo, Sfard (1991) realiza una división entre el concepto matemático y la concepción matemática. Para el caso de la primera, se refiere a ésta como

la forma oficial como constructo teórico dentro del universo formal del conocimiento ideal, mientras que, para el segundo, lo establece como el conjunto de representaciones internas que evocan al universo subjetivo del conocimiento.

Bajo esta perspectiva, el mismo autor establece que hay una subdivisión dentro de la concepción: las estructurales y las operacionales. Las nociones estructurales sirven para denotar la noción matemática desde una visión abstracta, como un objeto matemático con sentido y características. Por otro lado, las operacionales son nociones relativas a los procesos, algoritmos y procedimientos.

3.1.1 Representaciones y transformaciones

En la teoría de registros de representaciones semióticas, la actividad ligada a la creación de una representación lleva el nombre de semiosis, mientras que la apropiación conceptual de los objetos matemáticos se le denota como noesis (Castro et al., 2017). Dentro de la semiosis existen tres actividades cognitivas, la primera consiste en la relación de la actividad con la expresión de una representación mental, las otras dos actividades se encuentran ligadas con la transformación de las representaciones en otras conversiones.

Al hablar de una transformación de una representación, se encuentran dos diferentes tipos de nociones, la primera consiste en un cambio interno el cual sucede cuando la conversión solo se lleva a cabo dentro del mismo registro (Duval, 1993). Por ejemplo, cuando en matemáticas se visualiza un objeto desde una noción procedimental y se analiza otra metodología bajo el mismo enfoque algorítmico, de esta manera hay una transformación, pero acontece dentro del mismo registro. Por el contrario, si el cambio amerita una transición de registros, se denominará externo; por ejemplo, cuando se visualiza un objeto desde una noción procedimental y se transita hacia una gráfica – visual lo cual permite una transición entre diferentes registros.

La dificultad que se presenta dentro del proceso de transición consiste en la falta de comprensión de los objetos matemáticos, los cuales al no ser objetos reales no poseen un registro consolidado dentro de la mente. Muy contrario a elementos tangibles como la silla, las manzanas o el cuaderno, los cuales poseen una unidad mínima de representación a través del objeto mismo. Ante este hecho, es necesario dotar al estudiante de diferentes

representaciones las cuales no forman parte exclusiva del objeto matemático, solo se visualiza como una percepción parcial del mismo, el cual continuará formándose y creándose a través de más representaciones.

Para ejemplificar esta noción, es válido contrastar la diferencia entre el objeto y sus representaciones. Si se analiza el concepto de número (objeto) se podría visualizar al mismo desde su escritura, su formación decimal, su noción de conjunto; siendo todas estas, representaciones del mismo objeto, pero desde diferente perspectiva. De esta manera no se estaría relacionando al objeto con una sola representación, sería incorrecto solo determinar que el número corresponde al símbolo sin incluir su representación gráfica. Por ello, la importancia de dotar al aprendiz de un conjunto de representaciones que le permitan la creación de registros y del objeto mismo.

Las representaciones semióticas de los objetos no solo forman parte fundamental para la comprensión matemática, también influye en el desarrollo comunicacional. El concebir un adecuado lenguaje matemático forma parte esencial para una correcta creación de registros los cuales llevan como sustento las representaciones conformadas. Duval (2004) menciona que, la utilización de representaciones semióticas es primordial para la actividad matemática, lo cual necesita de esta vinculación entre comprensión y comunicación para una correcta apropiación del objeto.

3.1.2 Semiótica y Noética

Para dar una mayor profundidad a la teoría de registros de representaciones semióticas de Duval (1993) es conveniente diferenciar la noética y la semiótica. Para el caso de la primera, es conveniente recordar que, para los estudiosos de la matemática educativa, así como para los docentes mismos es importante que los estudiantes consigan una apropiación del concepto matemático; este proceso se denomina noética. Por otro lado, la semiótica consiste en la creación de representaciones del objeto, el cual puede constar de múltiples representaciones agrupadas en registros. Oviedo et al. (2012) establecen que no puede existir la noética sin la semiótica, es decir, no se puede crear un conjunto de representaciones sin tener una comprensión del concepto mismo.

Esta conexión no resulta un elemento natural en los estudiantes, no es sencillo para ellos la creación de múltiples representaciones ni la transición entre registros. En términos generales es complejo para ellos diferenciar que las representaciones no son un objeto matemático, no se trata de solo ver una perspectiva, sino visualizar el todo que la integra.

La complejidad entre conceptos y objetos matemáticos va más allá de las diferencias entre ambas nociones. Oviedo et al. (2012) detallan que existe una paradoja la cual menciona que “las representaciones semióticas posibilitan la actividad sobre los objetos matemáticos pero el aprendizaje de los objetos matemáticos es de carácter conceptual”, esto permite ubicar dos condiciones:

- El que aprende puede confundir los objetos matemáticos con sus representaciones semióticas.
- Resulta complejo un dominio de los tratamientos matemáticos, ligados a las representaciones semióticas si no se tiene un aprendizaje conceptual de los objetos.
- Acorde a Duval (1993) la adquisición de un objeto matemático se basa sobre dos de sus características fuertes:
- El uso de múltiples representaciones semióticas.
- Una creación y desarrollo de representaciones semióticas como progreso del conocimiento.

3.1.3 Representaciones semióticas y registros

De acuerdo con Duval (1999) un sistema semiótico se convierte en un registro si se realizan tres actividades cognitivas relativas a la semiosis:

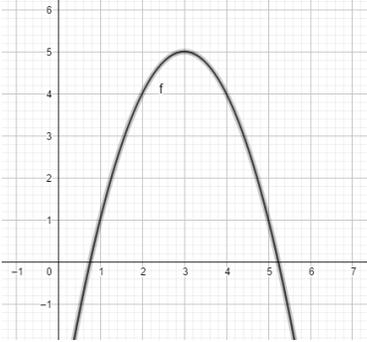
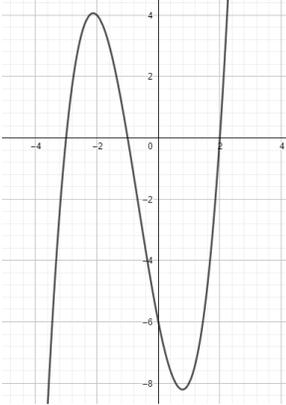
- 1) La presencia de una representación identificable
- 2) Una transformación interna de la representación dentro del mismo registro donde fue formulada.
- 3) Una transformación externa de la representación en otro registro donde se conserve la totalidad o parte del significado de la representación inicial.

En clases de matemáticas suele ser común que los docentes visualicen un objeto matemático desde un solo registro, donde solamente se hacen transformaciones internas, como es el caso del contexto el cual sigue visualizándose desde una representación algebraico – procedimental, y se hace una conversión incluyendo contextos, pero siguen siendo parte del mismo registro. Lo importante consiste en brindar a los jóvenes un conjunto de representaciones y de registros que les permitan transiciones del objeto matemático tal como se muestra en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2.

Ejemplo de transición entre registros y representaciones

Concepto		Derivada
Registro Semiótico 1	Lenguaje común	
	Representación Semiótica 1	La derivada es el resultado de un límite y representa la pendiente de la recta tangente a la gráfica de la función en un punto.
	Representación Semiótica 2	La derivada es la razón de cambio de un proceso determinado
Registro Semiótico 2	Lenguaje Algebraico	
	Representación Semiótica 1	$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$
	Representación Semiótica 2	$\lim_{b \rightarrow a} \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$
	Representación Semiótica 3	$\frac{dy}{dx} k = 0 ; \frac{dy}{dx} x^n = nx^{n-1} \dots \dots$

Registro Semiótico 3	Gráfico	
	Representación Semiótica 1	
	Representación Semiótica 2	
Registro Semiótico 4	Aplicación	
	Representación Semiótica 1	La derivada del desplazamiento es la velocidad de un cuerpo.
	Representación Semiótica 2	La derivada de de la utilidad maximiza la ganancia

Nota: Elaboración propia.

De acuerdo con Duval (1999) cambiar la forma de representación resulta ser compleja para los estudiantes de matemáticas de diversos niveles de enseñanza, para algunos casos sobrepasa los difícil y se vuelve complicado. A su vez el autor detalla que la transición

entre representaciones puede no ser del todo exitosa sino se trabaja a fondo estos cambios ya que los jóvenes pueden transitar de la representación A hacia la B pero en algunas ocasiones la operación inversa de ir desde B hacia A no lo logran desarrollar, por ello la necesidad de reforzar este proceso.

Una vez mencionada la importancia de la creación de representaciones en los estudiantes para la posterior adquisición de registros que permitan visualizar al objeto matemático desde una perspectiva multi representativa, crea un espacio para que el estudiante comprenda al objeto matemático desde su dimensión conceptual, aspecto que, de acuerdo con Castro et al. (2017) no suele ser usado dentro de las clases de matemáticas y en específico en las sesiones de cálculo. En la figura 3.1 se muestra el proceso que sigue para comprender al objeto matemático.

Figura 3.1.

Proceso simplificado para la comprensión del objeto matemático



Nota: Elaboración propia.

3.2 Microlearning

Al analizar los diferentes procesos productivos que se encuentran dentro del contexto económico y social global, resulta común percatarse de constantes periodos de actualización mediante la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas. La educación como elementos social, cultural y económico no puede quedarse atrás, por ello es importante incorporar los desarrollos que permitan llevar a dicho proceso a los nuevos tiempos que solicita el contexto global.

Bajo esta noción, el microlearning se convierte en un importante aliado dentro del proceso de actualización del proceso educativo. Dicho concepto toma su origen en el año 2002 cuando Hug incorporó sus primeras nociones sobre las características que debía contener este tipo de modelo de enseñanza. Sin embargo, fue hasta el 2006, en un congreso efectuado en 2005 en Innsbruck sobre microlearning, cuando se dieron las primeras nociones establecidas sobre el concepto y sus enfoques de aplicación (Hug et al., 2006).

De acuerdo con Hug y Friesen (2009) al visualizar al microlearning, se tiene que partir de la diferencia que existe respecto a otros términos que usan el término mini, tales como la microbiología o microfísica. Hablar de microlearning no es reducir el tamaño del objeto de estudio, por el contrario, el concepto busca visualizar los mismos contenidos desde una perspectiva diferente y mediante estrategias más actualizadas con el entorno en el que se desarrolla el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Hug y Friesen (2009) definen al microlearning como momentos o episodios especiales de aprendizaje que utilizan contenidos o tareas especiales dentro de las pequeñas etapas que se construyan. Esta concepción converge con lo establecido por Langreiter y Bolka (2006) quienes mencionan que este concepto consiste en el reflejo de la realidad emergente en la que nos encontramos donde existe un gran crecimiento de la información fragmentada tanto en sus fuentes como en sus unidades de aprendizaje, siendo este efecto más observable en áreas de crecimiento y desarrollo económico y social.

Por su parte Lindner (2006) se refiere al microlearning como una forma de aprendizaje a través de pequeñas unidades de contenido, las cuales se encuentran interconectadas a través de actividades de corta duración, pudiendo ser visualizadas y realizadas en cualquier momento y lugar. Esta concepción permite relacionar al microlearning con las tendencias tecnológicas actuales, debido a la facilidad que existe

para realizar diferentes tareas o actividades en tiempo real bajo medios no necesariamente presenciales.

Dada la conexión existente entre el microlearning y la tecnología, Hug y Friesen (2009) mencionan la relación directa entre uno y el otro, es decir, a mayor cantidad de desarrollo de herramientas digitales, mayor apertura y creación de contenidos dentro del microlearning. Esta vinculación podría parecer ajena al entorno educativo de muchas disciplinas, las cuales mantienen sus acervos bajo entornos físicos, tales como las relacionadas con el área social y humanística. Sin embargo, el desarrollo del microlearning no se sitúa solamente en aquellas áreas cuyos contenidos y avances se encuentran digitalizados, por el contrario, su aplicación es válida en cualquier ciencia dada la flexibilidad y adaptabilidad la cual permite clasificar y dosificar las temáticas sin necesidad de la incorporación de herramientas digitales de alta gama.

El microlearning como tal no contiene un enfoque único de enseñanza, ya que su misma flexibilidad le permite incorporar distintas estrategias y enfoques. Aunque la mayoría de estos últimos se encuentren casi en su totalidad centrados en los estudiantes (De la Garza, 2017). Esto puede considerarse una ventaja debido a que el microlearning no mantiene una estrategia única, sino de acuerdo con los contextos, cultura y entorno social, se adapta para crear contenido centrado en las necesidades y requerimientos de los estudiantes. De esta manera el microlearning se adapta al ritmo de los jóvenes y no del facilitador.

3.2.1. Características del microlearning

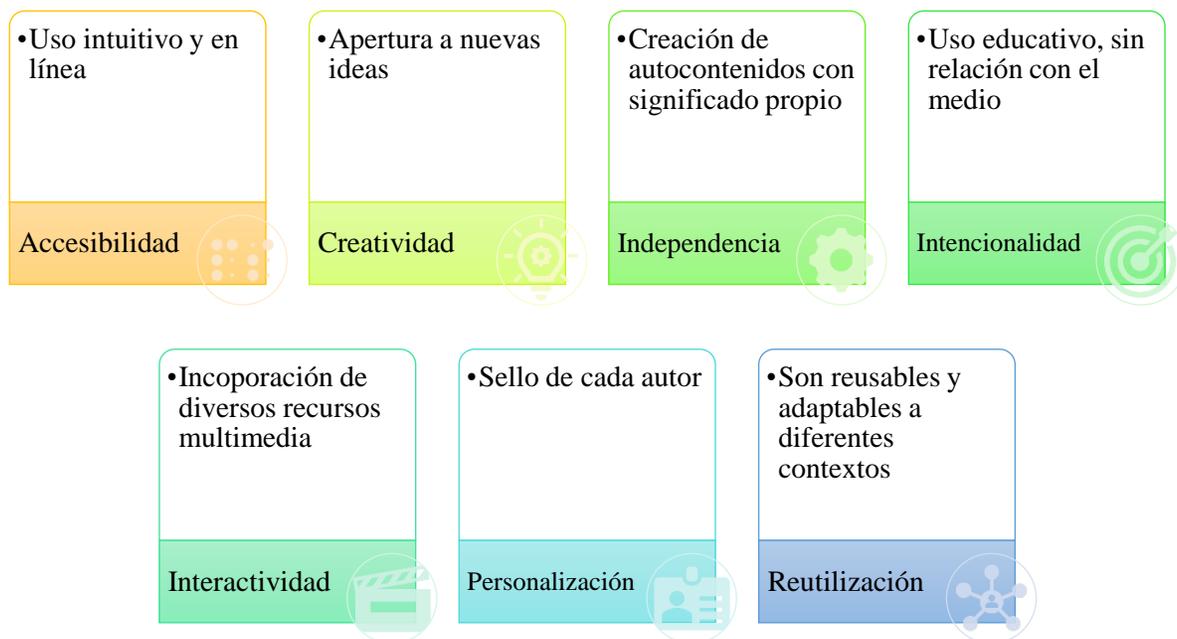
El microlearning contiene características que le permiten tener una ventaja respecto a otros tipos de modelos de enseñanza, previamente se han mencionado tanto la flexibilidad como la adaptabilidad como fuertes elementos dentro de su estructura. Sin embargo, existen diversas cualidades que brindan una mejor noción de los alcances que tiene dicho modelo dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, así como de los límites a los que se encuentran ubicado.

Dentro de los aspectos comunes dentro del microlearning Hug y Friesen (2009) establece que, tanto la escala, el tiempo y los contenidos involucrados son elementos

constantes en el modelo. En la figura 3.2, se muestran las principales características que existen dentro del microlearning (Nelda y Mogas, 2020):

Figura 3.2.

Características del microlearning



Nota: Nelda y Mogas (2020).

Este conjunto de características permite visualizar al microlearning como un modelo flexible, el cual puede ser adaptado al entorno deseado, lo cual resulta ser un elemento primordial, dadas las características propias de las diferentes zonas culturales y económicas que existen a lo largo de los países y regiones. A su vez el microlearning no requiere de un software único como herramienta de trabajo, la facilidad para incorporar tanto plataformas educativas, como redes sociales, o mensajería instantánea, permite ver a este modelo desde diferentes aristas y con la misma producción (Trabaldo et al., 2017).

Elementos como la creatividad, independencia e intencionalidad son agentes que brindan un sello particular al modelo. Cada creador de contenidos puede adaptar al

microlearning desde el enfoque y metodología para crear cápsulas con contenido propio, las cuales incorporen el uso de recursos multimedia para crear un ambiente interactivo de trabajo. Por último, la reutilización abre la opción de crear propuestas que trasciendan el diseño pedagógico, para ser replicables en otro entorno y contexto, elementos necesarios para compartir experiencias entre los usuarios y creadores de contenido.

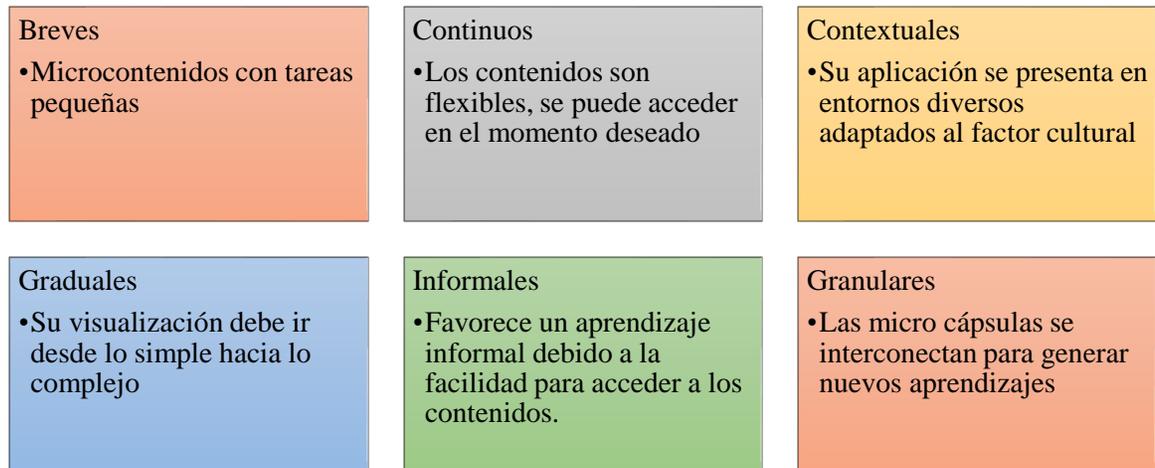
Por otro lado, Peschl (2007) establece un conjunto de características centradas en el proceso específico del microlearning:

- **Aplicabilidad:** El aprendizaje se realiza en micro procesos a través de cápsulas, este aspecto ha probado tener éxito en entornos educativos, de igual manera cuenta con un alto nivel de sostenibilidad.
- **Comprensión:** La creación de cápsulas que permiten crear los micro pasos dentro de los contenidos crean una comprensión profunda, así como la creación de un apropiado diseño del aprendizaje.
- **Ubicuidad:** Incorpora un aprendizaje ubicuo y de visualización a través de tecnologías móviles, posibilidad que permite al microlearning colocarse como un aprendizaje situado.
- **Interactividad:** Vincula una experiencia única con un aprendizaje directo con la realidad de los objetos, a través del uso de diferentes herramientas digitales.
- **Continuidad:** El proceso de aprendizaje se visualiza como un continuo, válido a lo largo del tiempo y sin un límite para su análisis.

Al crear los micro procesos dentro de la conformación de los contenidos, el microlearning contiene un conjunto de elementos comunes para su realización, los cuales dan sentido y pertenencia al concepto. En la figura 3.3, se establecen dichos elementos que deben estar considerados para la realización de dicho material:

Figura 3.3.

Características del diseño de cápsulas



Nota: Tralbaldo et al. (2017).

Si bien el microlearning posee el conjunto de características, enfoques y elementos previamente mencionados, cabe señalar que estos factores se encuentran en un constante cambio, el cual se mantiene activo derivado de la estrecha vinculación entre el microlearning y los avances tecnológicos. Bajo esta premisa, este conjunto de elementos se encuentra en un proceso continuo de actualización y renovación, lo cual permite que el modelo se encuentre apegado a las nuevas necesidades que la sociedad requiere.

3.2.2 Aplicaciones del Microlearning

Al centrarse en el aspecto educacional del microlearning, sus aplicaciones brindan una apertura a nuevos tipos de aprendizaje, los cuales se interrelacionan a partir de la funcionalidad que el modelo brinda. Al vincular las ventajas que ofrece, así como las características propias del microlearning, las propuestas de aprendizaje desarrollan las estrategias necesarias para adaptar dichos elementos a su estructura particular.

Al analizar las propuestas de m – learning, e – learning y el aprendizaje ubicuo, se logra visualizar el impacto que el microlearning genera en dichos tipos de aprendizaje. Los aportes del modelo no se basan en solo dotar flexibilidad y accesibilidad, por el contrario, brinda una serie de contenidos, propuestas, estrategias y actividades adaptadas a diferentes dispositivos (Salinas y Marín, 2015). De esta manera los nuevos medios digitales se convierten en catalizadores dentro del proceso formativo, los cuales vuelven más viables el desarrollo académico y profesional de los estudiantes.

En la figura 3.4, se detallan las principales características de los tipos de enseñanza, que guardan una vinculación con el microlearning.

Figura 3.4

Modelos de enseñanza

e - learning	m - learning	Aprendizaje Ubicuo
<ul style="list-style-type: none"> • Modalidad que consiste en el diseño, puesta en práctica y evaluación de un curso realizada a través de la web. • Formación a distancia • Incorpora tecnología multimedia y la web 2.0. • Promueva las interacciones entre los participantes. • Flexibilidad en el proceso de enseñanza y aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> • Modalidad que promueve el aprendizaje a través de medios no fijos como los dispositivos móviles. • La enseñanza puede ser concebida en un entorno presencial, alternando el uso de dispositivos móviles • El aprendizaje se realiza en diferentes contextos, a través de interacciones y vinculación entre participantes. • El uso de dispositivos móviles facilita la visualización de contenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modalidad donde el aprendizaje se brinda en entornos en movimiento. • Las tecnologías han permitido que la formación se realice desde cualquier lugar • Los MOOC han abierto un nuevo panorama para la creación de este aprendizaje. • Algunos autores lo diferencian del m - learning debido a la incorporación de nuevas tecnologías como la realidad virtual la cual brinda un nuevo panorama a la enseñanza.

Nota: Elaboración propia.

Para el caso del e – learning la incorporación del microlearning permite que la creación de contenidos permita la interacción que es necesaria para la visualización de las temáticas por abordar. De igual manera el crear minicontenidos ayuda a que la accesibilidad sea mayor ya que los participantes podrían acceder al curso a través de cualquier dispositivo con conexión a internet. De acuerdo con Navarro y Di Bernardo (2016) el microlearning surge como una tendencia emergente del e – learning el cual ha permitido que las ventajas de la educación a distancia tengan un fuerte auge en recientes fechas debido a la gran adaptabilidad que presenta el modelo de enseñanza.

Por su parte el m – learning también cuenta con una fuerte relación con el microlearning, debido a que los dispositivos móviles no cuentan con la misma capacidad de procesamiento que una computadora, lo cual ocasiona que no todas las aplicaciones o funciones sea óptimas para este tipo de aprendizaje. Sin embargo, la creación de cápsulas dentro de esta modalidad permite que los tiempos se reduzcan y la accesibilidad tenga un mayor aumento, derivado de la practicidad que brinda el microlearning para la planeación y ejecución de sus actividades (Nelda y Mogas, 2020).

Por último, el aprendizaje ubicuo es una derivación tanto del m – learning como del e – learning debido a que basa su modelo en la creación de entornos de aprendizaje en cualquier locación. De esta manera el aprendizaje no tiene que realizarse en un aula, sino que, mediante el uso de nuevos elementos tecnológicos, se puede visualizar en cualquier lugar y momento. La relación con el microlearning es semejante a la que guarda con el m – learning, debido a la flexibilidad y accesibilidad que ofrecen los contenidos arrojados a través de las cápsulas.

El microlearning muestra una conexión con los aprendizajes desarrollados en esta etapa histórica posterior al desarrollo de la web 2.0. La creación de contenidos y estrategias requieren de actividades con corta duración y que sean accesibles a cualquier momento y en cualquier lugar. De esta manera el aprendizaje comienza a marcar un nuevo paradigma en el que el aula no requiere ser de adobe para crear un desarrollo académico, por el contrario, la apropiación de contenidos puede realizarse en diferentes locaciones y en diversos momentos, lo cual permite que el aprendiz pueda culminar su formación bajo el ritmo y las necesidades de su entorno y contexto.

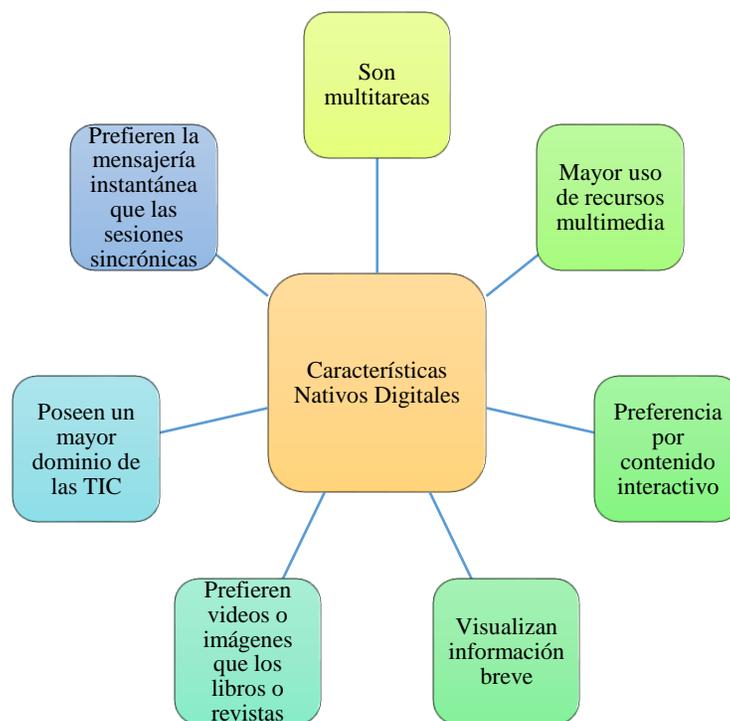
3.2.3 Microlearning aplicado a la educación

La incorporación del microlearning en el ámbito educativo ha tenido un mayor impacto en la última década, la cual ha contado con un mayor número de innovaciones en el aspecto de tecnologías de la información, así como en el desarrollo que ha tenido la web 2.0 y el aumento de la velocidad del internet. Este conjunto de factores ha creado un escenario en el que el microlearning ha tenido una serie de implementaciones con diferentes matices.

Los estudiantes que actualmente se encuentran cursando alguno de los diferentes niveles educativos en México, son pertenecientes a la generación denominada por Prensky (2003) como nativos digitales. Estos jóvenes poseen un conjunto de habilidades tecnológicas que les permite tener un mayor dominio en los entornos virtuales que sus predecesores. Bajo este contexto de trabajo, resulta necesario crear contenido que sea más apto para esta generación de estudiantes, los cuales requieren otro tipo de focalización en sus actividades. En la Figura 3.5, se muestra este conjunto de elementos:

Figura 3.5.

Características de los Nativos Digitales



Nota: Elaboración propia.

Ante dichas características, la incorporación de microlearning permite crear contenidos con una duración corta, las cuales se encuentran interconectadas evitando la saturación de información en los jóvenes (Palazón, 2015). De esta manera los estudiantes pueden acceder a los contenidos a través de actividades con pequeñas unidades de información donde se aborden temáticas de forma interactiva y sin la necesidad de contar con sesiones sincrónicas (Trabaldo et al., 2017).

De acuerdo con Rivero y Soria (2020), la creación de micro contenidos permite que los jóvenes sean más selectivos con sus actividades y se muestren más colaborativos con su realización, ya que no requieren de una cantidad considerable de tiempo ni necesitan de un tiempo específico para ejecutarlas. A su vez, el contar con diversos dispositivos digitales para acceder al contenido (laptop, celulares, tabletas, entre otros) permite que exista una mayor flexibilidad tanto para docente como para estudiantes, debido a la facilidad que existe para visualizar las temáticas propuestas.

Para conformar un material que haga uso del microlearning y que traslade el conjunto de ventajas hacia las aulas, autores como Navaro y Di Bernardo (2016) proponen un conjunto de características para crear actividades más dinámicas e interesantes para los participantes dentro de un modelo de microlearning:

- Analizar el contexto de los participantes.
- Las actividades deben ser cortas e interactivas para motivar a los participantes.
- Los contenidos deben dividirse en pequeñas unidades de información interconectadas.
- Las actividades deben procurar ser compatibles con los principales dispositivos electrónicos.
- El diseño instruccional debe estipular intervalos cortos, contenidos delimitados y sobre todo objetivos apegados al aprendizaje esperado en el curso.
- Se sugiere que la evaluación verifique los objetivos de aprendizajes establecidos al comienzo del curso.

Estas sugerencias brindarían una mayor certeza de que los contenidos y aprendizajes establecidos dentro de un modelo de microlearning, cuenten con un mejor grado de éxito al ser aplicados en los diferentes contextos y entornos en donde se lleven a cabo. Por otro lado, se tiene que considerar que aplicar este modelo al entorno educativo no persigue reducir el tiempo global de aprendizaje a una sola experiencia, sino que ésta suceda en varios micro episodios que se encuentren espaciados e interconectados (Silva y Beneyto, 2019).

Como previamente se estableció, el microlearning es flexible y no requiere de una metodología única de enseñanza, de esta manera es posible incorporar estrategias que sean más aptas para el entorno donde se está desarrollando el proceso de enseñanza y aprendizaje. Considerando este aspecto, Garg (2010) distingue 3 tipos de usos donde se puede aplicar el microlearning:

El primero consiste en un proceso de aprendizaje semipresencial donde se emplea para reforzar con el aprendiz contenidos a través de test, problemas, actividades, entre otras opciones. Estos micro contenidos se aplican previo a las clases o posterior a ellas. Se recomienda crear una aplicación o utilizar un software que permita visualizarlo en plataformas LMS.

El siguiente aspecto consiste en aplicarlo para acceso a la información cuando se requiera solventar un problema mediante el uso de tutoriales de corta duración que permitan una ayuda proporcionada por un experto en contenido corto. Por último, esta herramienta es un agente de apoyo al desempeño, el cual en términos escolares evalúa dicho aspecto de manera cuantitativa a través de un instrumento de evaluación (normalmente un examen). Ante este hecho, el uso de microlearning permite dosificar la evaluación a través de diferentes actividades, las cuales no necesariamente requieren de una cuantificación para conocer el desempeño de los aprendices.

La aplicación de estos usos no solamente se encuentra centrados en el usuario, también se van transformando mediante la incorporación de nuevos detalles de implementación de software que permiten crear mejores experiencias para usuarios y desarrolladores. De acuerdo con Lindner (2006) los nuevos entornos micromedia presentan una serie de características fundamentales, las cuales son necesarias para una

buena comprensión de la experiencia del microlearning y su posible implementación. En la figura 3.6, se detallan estos aspectos.

Figura 3.6

Características de los entornos de micromedia



Nota: Linder (2006)

La creación de contenidos dentro del microlearning muestra una gran ventaja respecto a otros modelos, siendo el aspecto más fundamental, la convergencia que se presenta con diferentes tecnologías, medios y plataformas. De esta manera el crear

actividades no representa un elemento complejo para los diseñadores, debido a que pueden incorporar diferentes medios o software para cumplir con los objetivos propuestos en los aprendizajes.

Un último factor por considerar son las habilidades que debe poseer el docente para llevar a cabo un modelo de microlearning dentro de sus cursos. No solamente deberá manejar aspectos operativos de una computadora, sino que requiere las diferentes plataformas donde se puede impartir sus sesiones, los recursos multimedia que mejor se adapten a su entorno y los softwares que cumplan con los objetivos que se persiguen en cada temática. De igual manera, es necesario que tenga un conocimiento fundamental de los diferentes medios de contacto que puede tener con sus estudiantes (Molina y Romero, 2010), los cuales incluyen mensajería instantánea, correos electrónicos, mensajes dentro de las plataformas de trabajo, videoconferencias, audioconferencias, entre otras.

Tomando en consideración estos elementos, el aprendizaje retoma un cambio de paradigma sobre los estándares que previamente se tenía. No se puede ya concebir su obtención en un solo lugar, por el contrario, su apropiación puede darse en cualquier entorno a través de modalidades virtuales. A su vez no se requiere de un trabajo síncrono constante, también se obtienen buenos resultados con sesiones asíncronas, las cuales muestran nuevas dimensiones y habilidades. De igual manera la tecnología ya no se visualiza como un enemigo dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, ahora se convierte en un aliado para alcanzar los objetivos estipulados.

3.3 Aprendizaje Basado en Problemas

Los constantes problemas de calidad educativa que enfrentan los diferentes países, han creado el escenario ideal para la implementación de nuevas estrategias con enfoques más centrados en los estudiantes y dejando de lado el modelo tradicional de enseñanza. Bajo esta nueva noción de apertura, se han introducido técnicas que no son propiamente originadas dentro de los sistemas educativos, como el caso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) el cual tiene sus orígenes en el campo médico.

El ABP es entendido como casos o situaciones problemas, que conducen al estudio de casos, es considerada una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y reflexión que sigue los estudiantes para llegar a la solución de la problemática planteada

(Espinoza & Sánchez, 2014). Los orígenes del ABP se remontan, como previamente se mencionó, a las escuelas de medicina de las Universidades de Case Western Reserve en Estados Unidos, así como en la Universidad McMaster de Canadá. La primera universidad que tuvo un programa académico con este enfoque fue la Universidad de Nuevo México.

El ABP orientado a la educación mantiene un enfoque pedagógico multi – metodológico, y multididáctico encaminado a facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Dueñas, 2001). Bajo esta estrategia, el estudiante debe mantener un autoaprendizaje y una constante gestión de su conocimiento con una orientación hacia el constructivismo. Se considera un método didáctico que cae en el dominio de las pedagogías activas, teniendo una mayor preponderancia hacia la enseñanza denominada aprendizaje por descubrimiento (Restrepo, 2005), donde el estudiante se convierte en el principal protagonista de su proceso de formación.

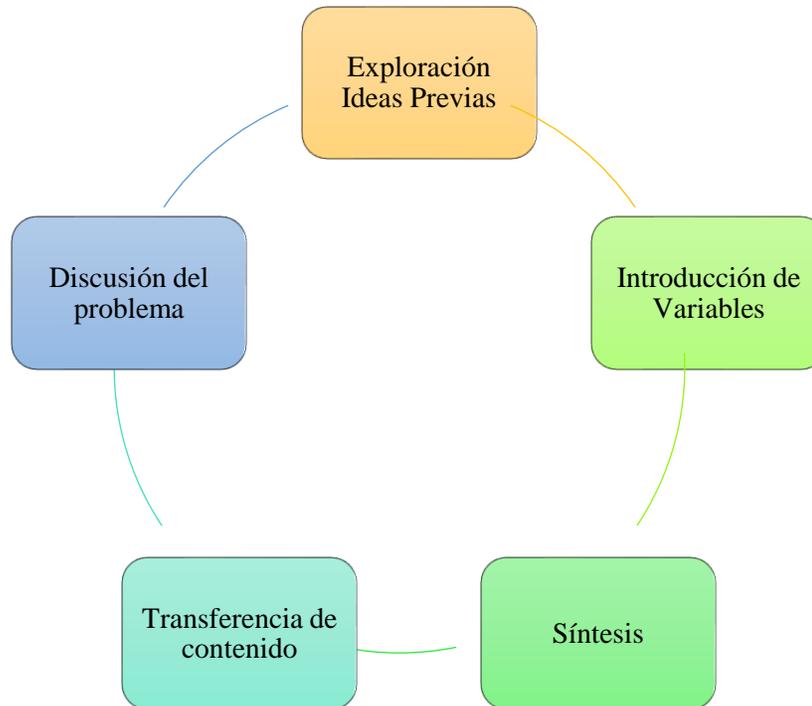
En esta modalidad el proceso de aprendizaje es percibido por los estudiantes basándose en casos, similares a los que el joven experimentará en su futura carrera profesional. Este grado de realismo ayuda a trasladar sus conocimientos adquiridos para separarlos de los tecnicismos de la escuela para en su lugar preparar a los alumnos hacia entornos más propios de su contexto, desarrollando habilidades y competencias de observación, análisis y formación de valores, elementos que durante la enseñanza tradicional no se llegan a abordarse (Freire, 1975).

En el ABP el estudiante comprende y profundiza los posibles esquemas de solución que puede aportar para las problemáticas que el docente plantea. La metodología de trabajo consiste en agruparse y trabajar de manera colaborativa en núcleos de 8 a 12 integrantes y bajo la supervisión de un tutor (docente). A través de la participación de cada integrante, se resuelven los problemas mediante los aprendizajes que han adquirido (Molina et al., 2003). Lo importante no consiste en resolver las problemáticas como tal, sino en el desarrollo de las habilidades que han desarrollado los grupos para dar sus propuestas de solución.

De acuerdo con Sánchez et al. (2009) los estudiantes al momento de abordar una problemática desarrollan las habilidades mostradas en la figura 3.7.

Figura 3.7.

Habilidades desarrolladas por los estudiantes al resolver un problema



Nota: Sánchez et al. (2009)

- **Actividades de Exploración:** Se caracterizan por el análisis de situaciones concretas y simples cercanas en la medida de lo posible a la realidad de los estudiantes. La creación de las ideas se realiza por medio de imágenes o de manera verbal a través de una situación que sea observado cotidianamente. Al promover actividades enlazadas con el contexto y las preferencias de los estudiantes, la discusión en clase aumenta.
- **Actividades para introducir nuevas variables:** Orientar a los estudiantes a explicar modelos iniciales, a analizar los puntos de vista, a enlazar los conceptos y teorías con las propuestas de solución a los problemas planteados. Aquí se consideran las dificultades que se pueden presentar como los niveles de abstracción, formulación de ideas, los niveles de complejidad y los modelos explicativos.

- Actividades de síntesis: Es el momento donde se visualizan los aprendizajes adquiridos por los estudiantes a través del proceso de estructuración de la información. Las opiniones, los niveles de abstracción y la vinculación entre conceptos y aplicaciones. La síntesis se realiza de forma personal de acuerdo con el avance y progreso de cada estudiante, promoviendo la argumentación y la elaboración de conclusiones.
- Actividades de transferencia: En este punto los jóvenes pueden trasladar sus aprendizajes a situaciones generales, donde podrán dar solución a problemáticas más complejas. Su consolidación se alcanza a través de las actividades de aprendizaje donde trasladan de manera adecuada no solo el conocimiento a situaciones cercanas, sino a cualquier tipo de casos.

Uno de los aspectos más complejos a los que se enfrenta el docente al establecer el ABP consiste en la selección y planteamiento de una problemática que sea relevante y se encuentre apegada a los contenidos visualizados en el curso. El problema como tal debe mantener una alta expectativa, así como una constante motivación para los estudiantes de tal manera que los anime a indagar sobre la conexión entre sus aprendizajes y la propuesta de solución que deben brindar.

Para realizar un problema que cumpla con las características que estipula el ABP Albanese y Mitchell (1993) proponen que contenga tres variables: relevancia, cobertura y complejidad. A continuación, en la figura 3.8 se detalla cada uno de los siguientes aspectos:

Figura 3.8.

Elementos que todo problema debe contener.



Nota: Albanese y Mitchell (1993)

Una vez que se cuenta con un problema debidamente planteado, los estudiantes a través de sus grupos se encargarán de buscar información, analizar y enlazar los conocimientos que poseen para comenzar a dar propuestas de solución. Restrepo (2005) establece que, deben crear un conjunto de hipótesis las cuales, a través de procesos de reflexión y diálogos entre los estudiantes, se comprobarán para visualizar cual se adapta más a la solución.

La metodología de trabajo en el ABP permite desarrollar el pensamiento crítico a través de problemas complejos del mundo real, a su vez ayuda a que los jóvenes apliquen sus conocimientos en aspectos contextualizados fomentando habilidades procedimentales y conceptuales. Otro aspecto que el ABP promueve es al trabajo colaborativo, en el cual los participantes auxilian a sus colegas, impulsando las habilidades verbales y escritas de

cada miembro. Por último, el aspecto más funcional de esta metodología consiste en construir el conocimiento mediante el desarrollo de las habilidades previamente descritas para crear un aprendizaje continuo (Sánchez & Ramis, 2004).

3.3.1 Aprendizaje Basado en Problemas en Matemáticas

El ABP se considera como un proceso activo donde los estudiantes desarrollan capacidades reflexivas, participativas, deductivas, comprensivas y constructivas. Dichas habilidades son consideradas elementos esenciales dentro del desarrollo matemático de los estudiantes del nivel medio superior.

De acuerdo con los planes y programas de la Secretaría de Educación Pública (SEP,2018) el campo disciplinar de matemática tiene como propósito interpretar situaciones reales e hipotéticas que le permitan a los estudiantes proponer soluciones alternativas desde diferentes enfoques. Bajo esta noción se da una mayor prioridad a las habilidades que permitan a los estudiantes resolver problemáticas relevantes de su entorno cotidiano. Por ello, es necesario interpretar, analizar, reflexionar y construir propuestas que brinden una solución a las situaciones que se lleguen a plantear.

Ante la necesidad de modificar las estrategias de enseñanza del modelo tradicional, el ABP se coloca como una alternativa sólida que no solamente brinda las habilidades que propone la SEP como propósitos, sino permite que el aprendizaje se encuentre activo y centrado en los estudiantes, quienes a través de la participación y colaboración construyen sus conocimientos dentro de esta estrategia de enseñanza.

El ABP establece actividades que se encuentran ligadas con las competencias establecidas dentro del marco de enseñanza por competencias del bachillerato. Las actividades de aprendizaje que propone Sánchez (2001) establecen que el estudiante debe realizar: i) actividades de exploración; ii) actividades para introducir nuevas variables; iii) actividades de síntesis y iv) actividades de transferencia o aplicación. A continuación, en la tabla 3.3 se muestran las actividades trasladadas al entorno de la matemática:

Tabla 3.3*Actividades del ABP en el entorno matemático.*

Actividades	Dimensión Matemática
Actividades de Exploración	- CDEM1. Construye e interpreta modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos aritméticos, algebraicos, geométricos y variacionales, para la comprensión y análisis de situaciones reales o hipotéticas.
Actividades de Introducción	- CDEM 2. Formula y resuelve problemas matemáticos aplicando diferentes enfoques.
Actividades de Síntesis	- CDEM 3. Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales. - CDEM 5. Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento.
Actividades de Aplicación	- CDEM 4. Argumenta la solución obtenida de un problema, con métodos numéricos, gráficos, analíticos o variacionales, mediante lenguaje verbal, matemático y el uso de tecnologías de la información y comunicación.

Nota: Elaboración propia

En el caso de las actividades de exploración, existe una vinculación con la primera Competencia Disciplinar Extendida de Matemáticas (CDEM) la cual tiene como objetivo que los estudiantes analicen las situaciones que se les plantean (problemas) y a través de sus conocimientos comiencen a realizar un primer planteamiento del problema con modelos matemáticos preestablecidos, destacando que las situaciones deben tener una conexión con el entorno y contexto de los jóvenes.

A su vez las actividades de introducción se le asignan las CDEM 2 las cuales consisten en formular y resolver la problemática planteada, de esta manera los jóvenes transitan del planteamiento que realizaron en la actividad pasada, para comenzar a brindar

una propuesta de solución. En esta etapa el trabajo colaborativo donde se compartan visiones entre los participantes (Espinoza y Sánchez, 2014).

Posteriormente, la actividad de síntesis mantiene una relación con la CDEM3 y CDEM5 debido a que, en esta etapa los jóvenes tienen que explicar y compartir la propuesta de solución creada a través del enlace de conocimientos previos y la problemática planteada. A su vez, sus resultados deberán contener un sustento matemático el cual lleva una relación directa con el modelo del planteamiento, y la formulación realizada en las etapas previas.

Por último, la actividad de aplicación mantiene un vínculo con la CDEM4, la cual consiste en expresar sus soluciones y contrastarlas con sus pares. Aquí la reflexión y la crítica, elementos altamente considerados en el ABP, forman parte fundamental del proceso cognitivo matemático, si los estudiantes desarrollan dichas habilidades, se presentaría una conexión con sus conocimientos previos y su contexto para posteriormente realizar problemáticas originales propias de sus intereses.

En el plan y programa de estudio (véase Anexo IV) de cálculo diferencial (SEP, 2018) se establece que, la enseñanza de las matemáticas y ramas a fin debe girar en torno a problemas significativos para la vida del estudiantado, dejando de lado los aspectos repetitivos y mecánicos que se utilizaban en los procesos de enseñanza previos. De esta manera se debe promover el manejo de modelos matemáticos y recursos tecnológicos diversos que permitan la construcción de una metodología de solución.

En este aspecto el ABP retoma cada uno de los requisitos establecidos en el programa de estudios, dado que permite la inclusión de modelos matemáticos para la solución de problemáticas, así como la incorporación de herramientas tecnológicas que promuevan la crítica y reflexión para resolver las problemáticas que se planteen. Finalizando con un proceso de argumentación y conclusión de los resultados obtenidos, habilidades que previamente se han señalado como competencias incluidas en la RIEMS.

La implementación del ABP en cursos de matemática avanzada crea una estrategia alternativa al modelo tradicional donde el proceso de enseñanza se basa en una transmisión pasiva centrada en el docente. En el ABP el aprendizaje mantiene una interacción entre maestro y estudiante, brindándole a este último un mayor protagonismo.

Dentro de las acciones que debe realizar el estudiante durante el proceso de enseñanza (Castaño y Motante, 2007) se encuentran las siguientes: i) ser responsable de su autoaprendizaje; ii) favorecer el razonamiento científico; iii) trabajar colaborativamente con sus pares y iv) ser autogestivo.

Al concretar este conjunto de acciones, los estudiantes comienzan a tener una participación más activa durante su proceso de formación, a la par que se comienzan a fomentar la reflexión sobre la actividad académica misma en el docente. De tal manera que los estudiantes logran tener un mejor desarrollo de sus competencias y habilidades matemáticas incluso en cursos complejos.

De acuerdo con Vera et al. (2021) la incorporación del ABP en las clases de matemáticas permite que el docente involucre a los estudiantes en tareas investigativas, las cuales permiten que den solución a las problemáticas que se les plantean. Adicionalmente, permite que el estudiante comience a conocer la utilidad del conjunto de fórmulas y elementos vistos en cada una de sus sesiones.

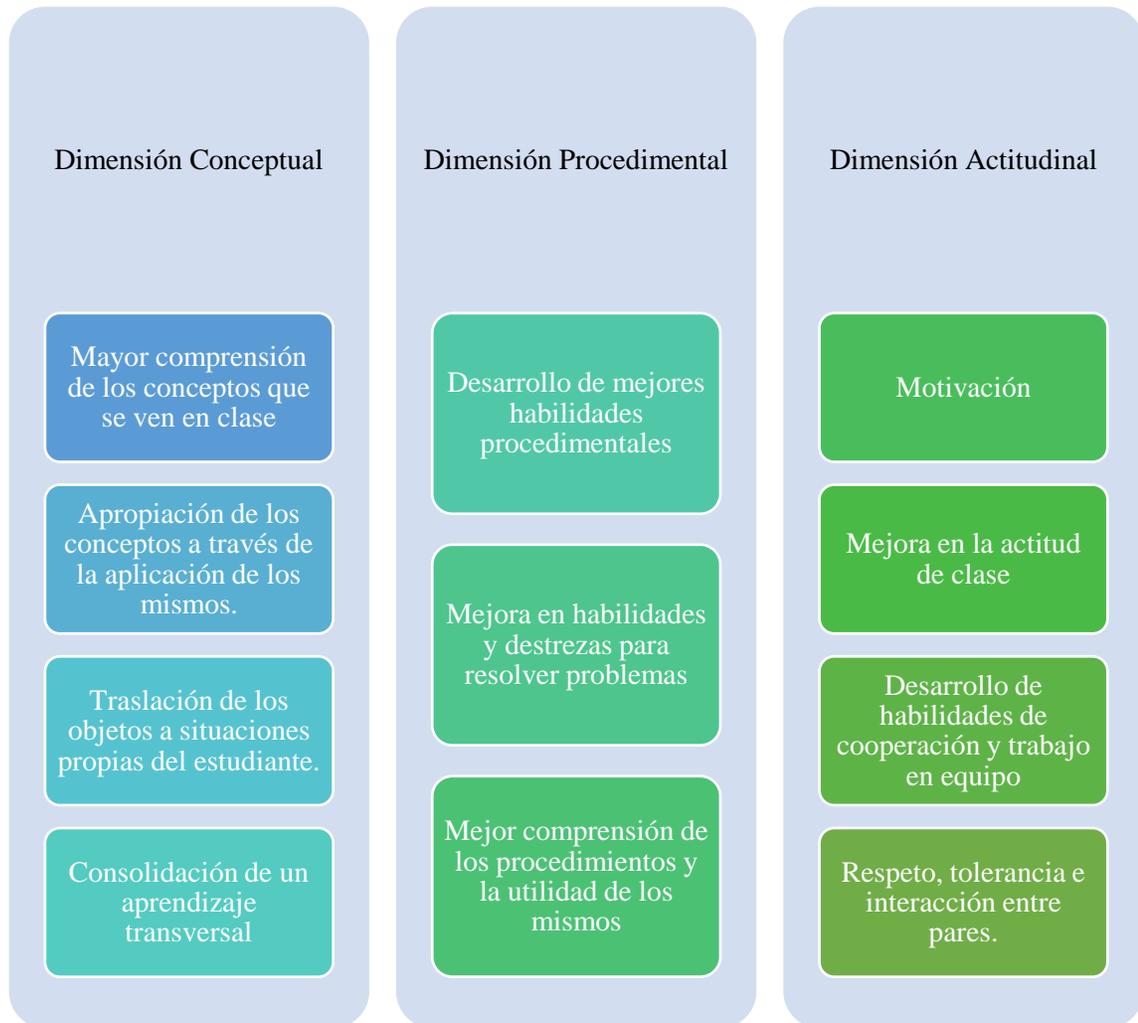
Por otra parte, la aplicación del ABP también tiene un impacto dentro de los estudiantes, quienes comienzan a percibir de manera distinta la manera en la que se desarrolla el curso. Una percepción de mejor comprensión y mayor facilidad en los manejos de los contenidos por parte de los jóvenes (Vera et al., 2021) es un reflejo de un impacto significativo dentro de su dimensión actitudinal

Otro aspecto que se logra percibir al incluir este tipo de metodología, es la mejoría del ánimo y la estimulación para que los jóvenes se involucren más. En aportes como el de Vera et al. (2021) se detalla que los estudiantes tuvieron una mejor disposición para trabajar y se mostraron más atentos a los contenidos, lo cual fue reflejo de la motivación propia de la estrategia empleada.

Al visualizar el conjunto de elementos, habilidades y conocimientos que se desarrollan a partir de la implementación del ABP en las clases de matemáticas, es válido considerar a dicha estrategia como una alternativa viable para mejorar las deficiencias encontradas en las asignaturas pertenecientes a dicho campo disciplinar, dado que considera las dimensiones de aprendizaje establecidas en los diferentes programas de estudio de matemáticas, cumpliendo con el desarrollo de los saberes incluidos dentro de cada uno, véase la figura 3.9

Figura 3.9

Dimensiones desarrolladas en el ABP en clase de Matemáticas



Nota: Elaboración propia.

Una vez analizadas las habilidades y competencias adquiridas tanto por docente como por los estudiantes, es importante conocer los alcances dentro de los aspectos tecnológicos, los cuales se profundizarán en el siguiente apartado.

3.3.2 Aprendizaje Basado en Problemas mediado por Tecnología

Los alcances tecnológicos que se han desarrollado a partir de finales del siglo pasado, han permitido la evolución y revolución de diversos procesos dentro de la vida social y económica de los países. La educación como parte fundamental de la vida nacional, también se ha visto beneficiada por los grandes avances digitales.

Al incluir las TIC dentro de las estrategias de enseñanza y aprendizaje, las viejas teorías educativas se han visto en la necesidad de renovarse y adaptarse al cambio para mantenerse vigentes en un contexto en el que, si no hay actualización los procesos tienden a desaparecer. Esta situación ha impactado en la aplicación del ABP dentro de las nuevas plataformas digitales.

La inclusión del ABP de acuerdo con Domínguez et al. (2011) ha sido vista como una estrategia metodológica que propicia el desarrollo de la competencia de resolución de problemas, sin olvidar que la mediación ocurre dentro de la virtualidad, donde se presenta una herramienta adicional dentro del proceso de resolución de problemas: los dispositivos tecnológicos.

De acuerdo con Moursond (2007), el ABP se centra en un problema que debe resolverse o en su caso una tarea por realizarse a través de una serie de estrategias que permitan al resolutor construir no solo su respuesta, sino su aprendizaje mediante la incorporación del trabajo previo realizado tanto por el cómo por sus colegas. Durante el desarrollo de las estrategias planteadas dentro del ABP, surgen visiones como las de Polya quien proponía cuatro etapas para resolver un problema: i) comprensión del problema, ii) concepción de un plan, iii) ejecución de un plan y iv) visión de retrospectiva. A la propuesta que realiza Polya es viable añadirle los procesos de monitoreo y regulación; lo cual permite tener un mayor acompañamiento al momento de realizar este tipo de estrategias (Domínguez et al., 2011).

Una revisión periódica y sistemática dentro del ABP es posible a través del uso de herramientas tecnológicas, las cuales brinden un acompañamiento síncrono o asíncrono a lo largo del proceso de resolución de los problemas (Lozano y Herrera, 2011). Acorde con Armenta et al. (2013) la vinculación entre el ABP y los medios tecnológicos propicia un conjunto de habilidades como: i) interacciones para el desarrollo de un aprendizaje colaborativo, ii) fomentar el aprendizaje profundo y autodirigido y iii) promover la investigación individual como guía para resolver los problemas planteados.

De igual manera Rivera et al. (2015) establece que, aplicar el ABP en una actividad académica impartida en línea facilita el conjunto de interacciones necesarias para el aprendizaje colaborativo, así como la promoción de un aprendizaje profundo mediante el

razonamiento crítico de una situación problemática y el aprendizaje autodirigido a través del análisis y la investigación individual.

Para Rivera y Turizo (2014) el ABP mediado por elementos tecnológicos busca implantar una metodología, así como un proceso de enseñanza y aprendizaje didáctico e interactivo, donde se promueve el trabajo colaborativo, así como las diferentes prácticas tecnológicas orientadas a la web y al desarrollo investigativo, las cuales se nutren de las nuevas técnicas y herramientas que la virtualidad ofrece lo que incentiva la construcción de aprendizajes significativos.

4. HIPÓTESIS

La presente propuesta genera el espacio para la creación de diferentes escenarios, contruidos mediante el desarrollo de la intervención, donde el diseño instruccional, así como las acciones emprendidas durante las sesiones de trabajo permitirán vincularse con el desempeño adquirido por los participantes a lo largo del curso, definiendo este parámetro tanto desde la dimensión académica, como de la axiológica.

Ante este cúmulo de posibilidades surge un punto de acuerdo mediante el establecimiento de la hipótesis de la propuesta interventiva la cual queda planteada como:

Hipótesis:

- Si se desarrolla un proceso interventivo mediante el uso de microlearning tomando como referente un enfoque de múltiples representaciones matemáticas entonces, se incentivará el aprendizaje de contenidos del curso de cálculo diferencial en estudiantes de bachillerato.

A su vez, debido a la necesidad de contar con un análisis cualitativo que permita visualizar la parte emocional del proceso interventivo, se plantea el siguiente supuesto:

Supuesto:

- A través de la visualización de los contenidos bajo un enfoque de microlearning y tomando como referente la teoría de representaciones semióticas, permitirá un mejor nivel de apropiación de los contenidos del curso de cálculo diferencial.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivos.

Una vez definida tanto la hipótesis como el supuesto de la intervención. Se analizan las variables con las que se llevará a cabo el estudio, así como la problemática original que se planteó en capítulos previos para vincularlas con los escenarios planteado y crear los objetivos generales y específicos de este proyecto.

5.1.1 Objetivo General.

- Producir un curso de cálculo diferencial basado en el microlearning considerando como referente la teoría de representaciones semióticas para incentivar el aprendizaje de los contenidos en estudiantes de bachillerato.

5.1.2 Objetivos Específicos.

- Identificar los niveles de representación semiótica a través del desarrollo de un diagnóstico que sirvan de base para la estructuración del diseño instruccional.
- Crear un curso con un enfoque basado en el microlearning utilizando contenido interactivo y contextualizado al entorno.
- Evaluar el impacto del proceso interventivo a través de diversas técnicas e instrumentos que den cuenta del aprendizaje de los contenidos y de la experiencia interventiva.

6. METODOLOGÍA

Al analizar temáticas propias de la matemática, resulta común encontrar una mayor atención a los elementos cuantitativos propuestos dentro de la parte metodológica. Sin embargo, para este proyecto de intervención se busca conocer los alcances cualitativos del proceso para no solamente visualizar el impacto de las acciones emprendidas desde un aspecto numérico, sino conocer la perspectiva y opinión de los participantes en cada una de las fases propuestas.

Ante este hecho, una investigación con enfoque mixto permite conocer tanto los alcances cualitativos dentro de los participantes, así como la relación existente con su desempeño cuantitativo. De esta manera los datos obtenidos permitirán una mejor integración y discusión para realizar inferencias adecuadas de los elementos recolectados y brindar un mejor entendimiento del fenómeno bajo el proceso de estudio (Hernández et al., 2010).

Con este enfoque la investigación brindará un panorama completo sobre las diferentes dimensiones que se presentaron durante el proceso interventivo. Analizar los elementos cualitativos nos proporciona información sobre los elementos actitudinales, así como las opiniones de los participantes durante las diferentes fases del proceso, mientras que los factores cuantitativos ayudarán a dimensionar el impacto procedimental y conceptual de los jóvenes con relación a las actividades de la intervención.

6.1 Población

El proceso interventivo se llevó a cabo en la Escuela de Bachilleres Antonio María de Rivera ubicada en la ciudad de Xalapa, capital del estado de Veracruz. De acuerdo con información obtenida en los instrumentos diagnósticos de la escuela, los estudiantes de la institución viven dentro de un entorno urbano. En aspectos de transportación, el medio más común es el servicio urbano ya que la institución se encuentra en la zona céntrica de la ciudad, ubicada dentro de la zona universitaria de la Universidad Veracruzana (UV). El nivel socioeconómico es medio bajo con padres de familia dedicados en su mayoría al sector de servicios.

La Antonio María cuenta con una población promedio de 900 estudiantes, los cuales se encuentran distribuidos en 20 salones. 8 corresponden a los primeros semestres, 6 para tercero y cuarto mientras que, para las áreas propedéuticas se le asignan 6. En la siguiente tabla 6.1 se encuentra la distribución de cada uno de estas locaciones.

Tabla 6.1.

Distribución de salones

Semestres	Espacios asignados
1° Semestre / 2° Semestre	8 salones
3° Semestre / 4° Semestre	6 salones
5° Semestre / 6° Semestre	6 salones <ul style="list-style-type: none"> - 2 aulas de Humanidades y Ciencias Sociales. - 2 aulas de Ciencias Biológicas. - 1 aula de Físico – Matemáticas - 1 aula de Económico Administrativo

Nota: Elaboración propia.

A su vez los jóvenes cuentan con 10 salones de talleres donde se imparten las asignaturas de capacitación para el trabajo. Sin embargo, la población estudiantil no presenta variación ya que se siguen contabilizando dentro de la misma matrícula por semestre. En términos promedio cada aula alberga cerca de 45 estudiantes, siendo los primeros dos semestres los niveles donde mayor cantidad de jóvenes existen mientras que los semestres terminales engloban la menor cantidad de población escolar. Se estima que en términos promedio, éstos últimos niveles engloban alrededor de 200 estudiantes, aunque dependiendo la generación puede incrementarse o decrementarse.

6.2 Muestra

Para el proyecto de intervención se estableció que participarán tanto en el grupo control como en el grupo experimental los jóvenes pertenecientes al área propedéutica de físico – matemáticas. El promedio de estudiantes normalmente es menor a 50, pero debido a la situación sanitaria actual, el grupo es de 60 estudiantes. De igual manera, dadas las condiciones pandémicas se implementó un trabajo dual, 36 jóvenes trabajarán de manera virtual mientras que 24 lo realizarán de forma presencial, esto permitió distribuir de manera natural a la conformación de los grupos.

De acuerdo con los métodos de muestreo, se establece que dadas las condiciones previamente mencionadas, se utilizó uno del tipo bola de nieve ya que se platicó con un grupo de cinco estudiantes sobre el trabajo virtual y ellos platicaron previo al comienzo del curso con sus compañeros para conformar el grupo de los 36 participantes. Morgan (2008) menciona que en este tipo de muestreo se identifican participantes clave, los cuales comienzan a buscar más colegas que estén interesados o puedan ayudar con la información o el proceso.

En cuanto a la conformación de los grupos, Sampieri et al. (2014) establece que esta asignación permite conocer el progreso obtenido cuando uno grupo se le expone a la presencia de la variable independiente mientras que al otro no. Ambos pertenecen al proceso interventivo, pero este nivel de selección permite analizar las características desarrolladas en cada una de las muestras, así como el impacto de las acciones emprendidas en el grupo experimental.

Bajo esta noción se estableció que el grupo control mantendrá un curso de cálculo diferencial diseñado bajo las características analizadas dentro de la descripción del problema: un enfoque de transmisión pasiva, mayor preponderancia a las habilidades procedimentales – algebraicas y poca interacción entre docente – estudiante. Por otro lado, el grupo experimental trabajará bajo el enfoque creado a través del diseño instruccional, con acciones autogestivas, un enfoque centrado en el estudiante, así como una enseñanza apegada a promover tanto las habilidades procedimentales como las conceptuales y axiológicas de los estudiantes.

De acuerdo con Alfaro y Fonseca (2019) la enseñanza del cálculo en docentes universitarios se centra en una estrategia de transmisión pasiva, donde el docente utiliza una enseñanza magistral en la que existe una mayor prioridad a la mecanización de procedimientos y algoritmos. Esta investigación resulta concordante con la analizada por López et al. (2018) donde nuevamente se encuentra una vinculación entre una enseñanza del tipo tradicional dentro de las sesiones de cálculo diferencial.

Bajo esta noción se estableció que el grupo control mantuviera este mismo enfoque de enseñanza en el cual la interacción entre los estudiantes y el docente se vuelve mínima y la atención se centra en el manejo de las fórmulas, así como en su desarrollo algebraico o trigonométrico. Otra característica del grupo control consiste en mantener una carga considerable de ejercicios a lo largo del curso, los cuales se encuentran documentados en investigaciones como la de Herrera & Padilla (2020) como un elemento usual dentro de las sesiones de cálculo del nivel medio superior.

Los contenidos del curso se apegarán a los programas de estudio de la DGB, los cuales contienen 3 bloques distribuidos en 48 sesiones de una hora. Por último, siguiendo lo analizado por Fúneme (2019) las clases transcurrirán sin la inclusión de recursos tecnológicos los cuales resultan un factor común dentro de los docentes de la asignatura.

La conformación de este grupo se realizó tomando como referente la situación sanitaria de México, así como el regreso a clases presenciales voluntario, lo cual permitió que de manera natural se conformara este conjunto con todos los estudiantes que optaron por esta modalidad de enseñanza. En total se contabilizaron 30 jóvenes de los cuales 22 eran varones y 8 mujeres.

Para el caso del grupo experimental, se incluirán las sesiones establecidas dentro el diseño instruccional en donde se dará una mayor importancia al desarrollo de habilidades procedimentales, conceptuales y actitudinales a través de la realización de las actividades sugeridas dentro del curso. A su vez, se mantendrá especial atención a la creación de registros semióticos y sus representaciones lo cual es retomado de las investigaciones de Duval (1993), de esta manera se promoverá una mayor apropiación de los objetos matemáticos de la asignatura.

Cabe destacar la inclusión del microlearning dentro de la estructuración del curso, donde la incorporación de cápsulas de fácil accesibilidad para cualquier dispositivo

electrónico juega un papel destacable, ya que brinda una mayor apertura a los estudiantes para visualizar los contenidos y actividades del curso no solamente desde una computadora o laptop, sino a través de medios móviles como smartphones o tabletas.

Por otro lado, las actividades contienen un grado de dinamismo e interactividad mediado por el uso del software H5P, el cual permite incluir diferente tipos de recursos que brindan una noción más actualizada y dinámica para cada una de las cápsulas propuestas. De esta manera se busca contemplar la noción de Prensky (2003) de dotar a los nativos digitales de herramientas más apegadas a sus gustos y a su nivel de manejo tecnológico.

En cuanto a los contenidos, para establecer paridad de condiciones con el grupo control, se analizarán las mismas temáticas propuestas por el plan de estudios de la DGB, exceptuando el tiempo asignado para su visualización, ya que una cápsula no requiere de una hora para su análisis, por el contrario, se busca que su tiempo sea menor a diez minutos para conseguir mayor atención y aportar el dinamismo que se desea obtener.

Para la conformación del grupo, como previamente se mencionó, la situación sanitaria, así como el regreso a clases permitió crear la división de manera natural. Para este caso, aquellos que decidieron trabajar en modalidad virtual fueron asignados a este estrato en el que se contabilizaron 36 jóvenes, de los cuales 24 fueron varones y 12 mujeres.

6.3 Técnicas e instrumentos.

Como previamente se mencionó, se utilizará un enfoque mixto para tener una mejor perspectiva sobre cada uno de los factores cercanos al proceso interventivo. Para el caso de los instrumentos se asignó para la parte cuantitativa un cuestionario, el cual de acuerdo con Chasteauneuf. (2009) consiste en un conjunto de preguntas respecto de uno o más variables a medir. Para el caso propio de la intervención el cuestionario permitirá conocer la opinión de los participantes sobre las fases del proceso, así como para analizar el impacto de las acciones emprendidas mediante el análisis de ejercicios y problemáticas cuantificadas acorde al nivel de habilidades procedimentales, de igual manera los registros y representaciones dentro de las diferentes problemáticas.

Por su parte el instrumento seleccionado para el enfoque cualitativo es el del diario de campo en el cual incluye aspectos como descripción, acciones emprendidas, herramientas o materiales utilizados, así como un apartado de observación donde el interventor realiza las anotaciones más importantes ocurridas dentro de la sesión. Este tipo de instrumento permite conocer desde el punto de vista del investigador el desarrollo de las acciones emprendidas de manera diaria, lo cual ayuda a tener una mejor noción y perspectiva de los incidentes y situaciones presentes durante el desarrollo interventivo.

6.4 Procedimientos.

La presente propuesta promueve una alternativa a la enseñanza del cálculo en el nivel medio superior, la cual se conjunta con la creación de un curso basado en un modelo de microlearning en el que los jóvenes tengan un aprendizaje autónomo y autogestivo. Para brindar una mejor comprensión del contexto y entorno donde se llevará a cabo el proceso interventivo a continuación se proporciona un acercamiento a ello.

De acuerdo con el plan de estudios de la DGB (2020) la asignatura de cálculo diferencial se ubica en el quinto semestre del bachillerato general, forma parte del área propedéutica de físico – matemáticas y mantiene un asignación horaria de 3 módulos semanales de 50 minutos. Tomando en cuenta el promedio de estudiantes de los últimos 10 años en la escuela donde se realizará el estudio, se tiene un promedio de 48 jóvenes, los cuales son originarios en su mayoría de la ciudad de Xalapa, locación donde se realizará la intervención.

El curso se oferta en modalidad semestral y de manera aproximada se cuenta con 48 módulos efectivos a lo largo de dicho periodo. La visualización de contenidos se divide en tres unidades, las cuales llevan por nombre: i) Límites, ii) Derivadas y iii) Aplicaciones de la derivada. En la tabla 6.2 se especifica la carga de módulos para cada uno de ellos.

Tabla 6.2.

Distribución de módulos por unidad.

Bloque	Módulos Asignados
1. Límites	12
2. Derivadas	20
3. Aplicaciones de la Derivada	16

Nota: Elaboración propia

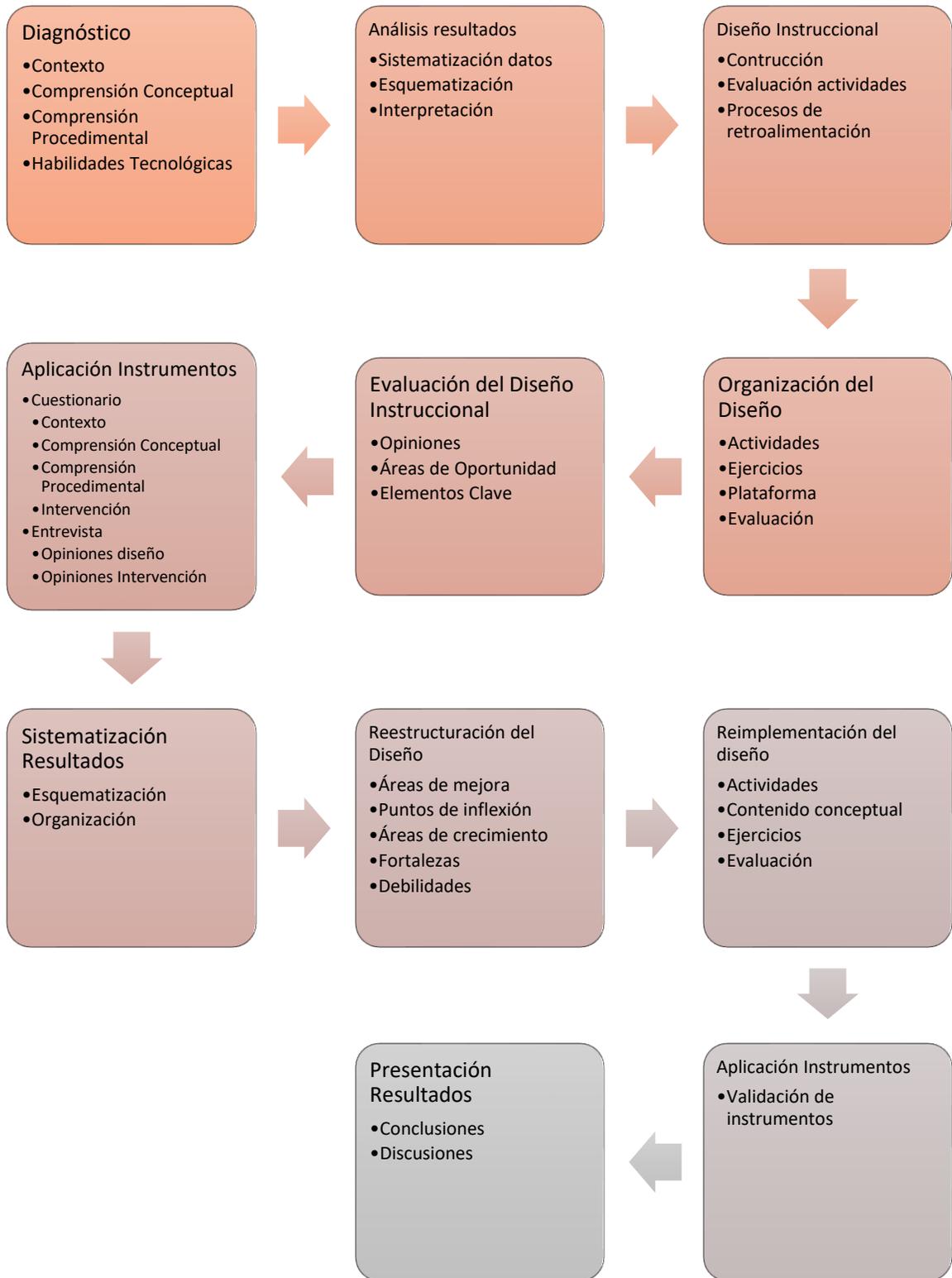
El curso se centra en el constructo de la razón de cambio instantánea el cual corresponde a la derivada, el cual aborda más del 70% de asignación de tiempo. Esta distribución permite ubicar la manera en la que se puede crear el diseño instruccional, el cual debe ajustarse a los módulos asignados para que las evaluaciones parciales no tengan variación ni incidencia dentro del proceso de gestión de cápsulas de microlearning.

6.4.1 Plan de Intervención

Por lo que respecta al plan de intervención, se establecen 6 fases a lo largo de su implementación véase la figura 6.1. En la primera se realizará el diagnóstico el cual permite conocer la concordancia encontrada entre los elementos teóricos y las problemáticas detectadas. A su vez la aplicación de dicho instrumento ayuda a visualizar los reactivos e ítems que den mayor sustento y aporte al diseño instruccional que se creará en etapas posteriores.

Figura 6.1.

Etapas de la intervención.



Nota: Elaboración propia

En la parte del diseño instruccional, se trabajará con cápsulas de microlearning distribuidas conforme a los bloques del curso, cada una de ellas contará con actividades y ejercicios autónomos creados bajo el software H5P el cual no solamente brinda mayor interacción y dinamismo a los contenidos. Otra ventaja de este programa es que se puede incluir el material dentro de diferentes plataforma LSM como Canvas, Moodle, entre otro; lo cual ayuda a que la compatibilidad y acceso se faciliten tanto para el creador de contenidos como para el receptor, en este caso los estudiantes.

En cuanto a la evaluación del diseño instruccional, una vez finalizada la aplicación de las cápsulas se les pedirá a los participantes que, a través de una encuesta den su opinión acerca de las actividades visualizadas, los puntos de mejora y los aspectos que destacan sobre lo realizado. Este conjunto de respuestas ayudará a mejorar el contenido y diseño de actividades con miras de proporcionar un conjunto de actividades de mejor calidad y diseño.

Para los instrumentos de recolección se visualiza la aplicación de una encuesta y una entrevista. En el caso de la primera se utilizará un cuestionario donde se analice el contexto de los participantes, así como los niveles de comprensión procedimental y conceptual que adquirieron una vez resueltas las actividades del curso, este aspecto podrá ayudar a dimensionar si existe concordancia con estudios previos o si los jóvenes adquirieron una mejor apropiación y una mayor representación de los objetos matemáticos, para este caso, la derivada.

Para el caso de la entrevista, se realizaría de manera semi estructurada con el fin de que los participantes viertan sus opiniones sobre el diseño de actividades, las cápsulas y sus perspectiva sobre el proceso interventivo. Esta parte cualitativa permite encontrar los aprendizajes que, en su contraparte cuantitativa no se alcanzan a identificar, como el caso de la matematización o el uso de las expresiones y conceptos analizados en situaciones que ellos consideren importante de su entorno.

Por último, en la etapa de sistematización de resultados y presentación de resultados se agruparán los aspectos más importantes y se englobarán a manera de tablas, esquemas y gráficas. Con ello se representarán los alcances obtenidos, las metas que se consiguieron y aquellas áreas de oportunidad que se deben trabajar para futuros casos.

6.4.2 Diseño Instruccional

La información obtenida por parte de la evaluación diagnóstica permitió corroborar y conocer las problemáticas detectadas, dentro de las que resalta la falta de comprensión de los conceptos de cálculo diferencial como lo son la derivada y los límites, así como la falta de habilidades procedimentales para resolver ejercicios relativos a los mismos temas. El diseño instruccional contempla solventar ambas situaciones y brindar una solución a las problemáticas mediante la implementación de un curso que retome las nociones del microlearning, el múltiple enfoque de representación, así como el uso del ABP como marco metodológico para conjuntar los aprendizajes y la apropiación de los mismos.

Las actividades se construyeron a través de 10 cápsulas las cuales comprendían los contenidos establecidos en el programa de estudios de la asignatura. Las cápsulas se crearon para que la duración de las mismas fuera menor a diez minutos, de esta manera los estudiantes podrán focalizar su atención en intervalos cortos y al finalizar cada una de éstas, existe una evaluación diagnóstica que les permite conocer el grado de avance alcanzado dentro de la temática. En la tabla 6.3 se muestra la relación entre la distribución del material propuesto en contraparte con el progreso del programa oficial.

Tabla 6.3.

Distribución de los contenidos del curso.

Programa Oficial Cálculo Diferencial DGB	Cápsula del Diseño Instruccional
Bloque I. Límites	Cápsula 1. Noción acerca de límites Cápsula 2. Límite funciones algebraicas Cápsula 3. Límite funciones trascendentes
Bloque II. Derivadas	Cápsula 4. La derivada como razón de cambio. Cápsula 5. Derivada de funciones algebraicas. Cápsula 6. La derivada como representación gráfica. Cápsula 7. La derivada como recta tangencial.

Bloque III. Aplicaciones de la Derivada	Cápsula 8. La derivada y el MUA. Cápsula 9. La derivada como proceso de optimización Cápsula 10. Aplicaciones de la derivada en la vida cotidiana.
--	--

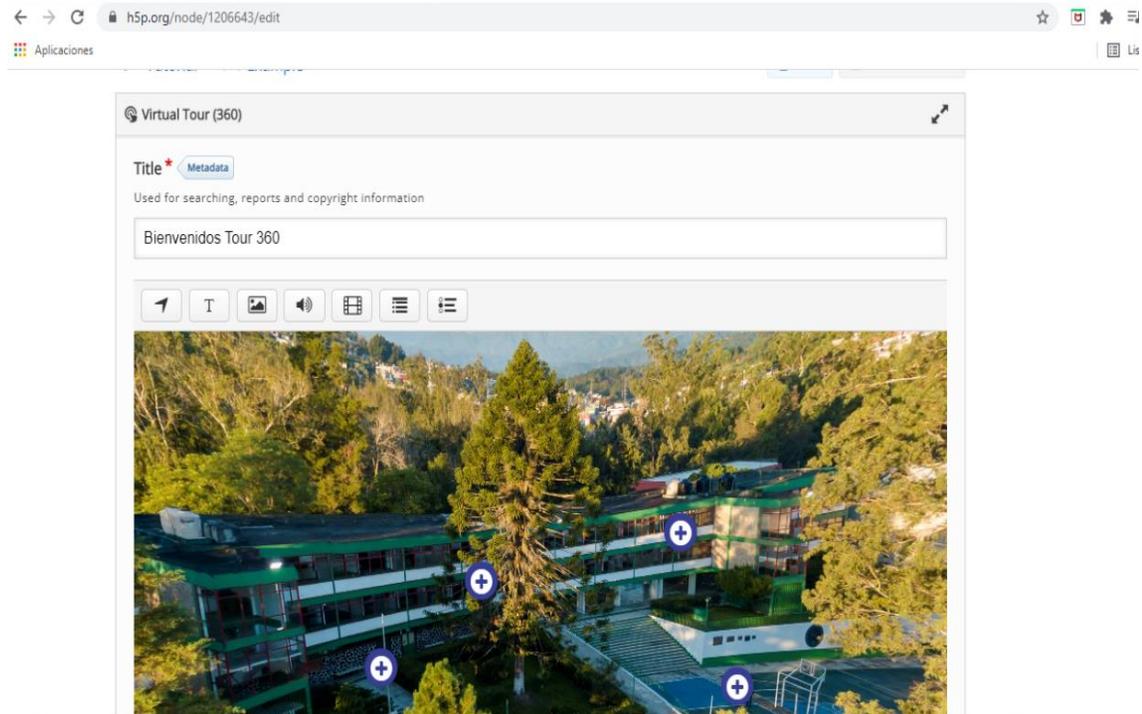
Nota: Elaboración propia.

Para la creación de las actividades y contenidos se utilizó el software H5P el cual se ofrece de manera gratuita, así como mediante suscripción. Sin embargo, para la implementación del diseño no fue necesario solicitar la licencia ya que las actividades fueron incluidas dentro de la plataforma de la institución. El material se compuso por videos que sirvieron para introducir cada una de las cápsulas, tutoriales para reforzar la habilidad procedimental de los jóvenes, situaciones – problema para la comprensión de los conceptos y al finalizar se muestran una serie de ejercicios diagnósticos para que cuantifiquen de manera autogestiva sus avances respecto a cada temática.

En el proceso de construcción se presentaron diversos aspectos desafiantes debido al desconocimiento del software H5P. Sin embargo, los tutoriales y apoyos visuales analizados permitieron crear un curso dinámico lleno de recursos interactivos, con los cuales los estudiantes lograban consolidar su proceso de aprendizaje de una forma divertida y rápida. La accesibilidad es un punto muy importante para la construcción de actividades, debido a la necesidad de crear actividades que sean compatibles con dispositivos móviles. Por ejemplo, para la cápsula 0 correspondiente a la presentación del curso, se utilizaron imágenes en 360° de la institución, con el fin de dotar de pertenencia a una generación de jóvenes que no han acudido al centro educativo desde hace más de un año y medio por motivo de la pandemia, véase la figura 6.2.

Figura 6.2.

Construcción de la presentación interactiva en H5P

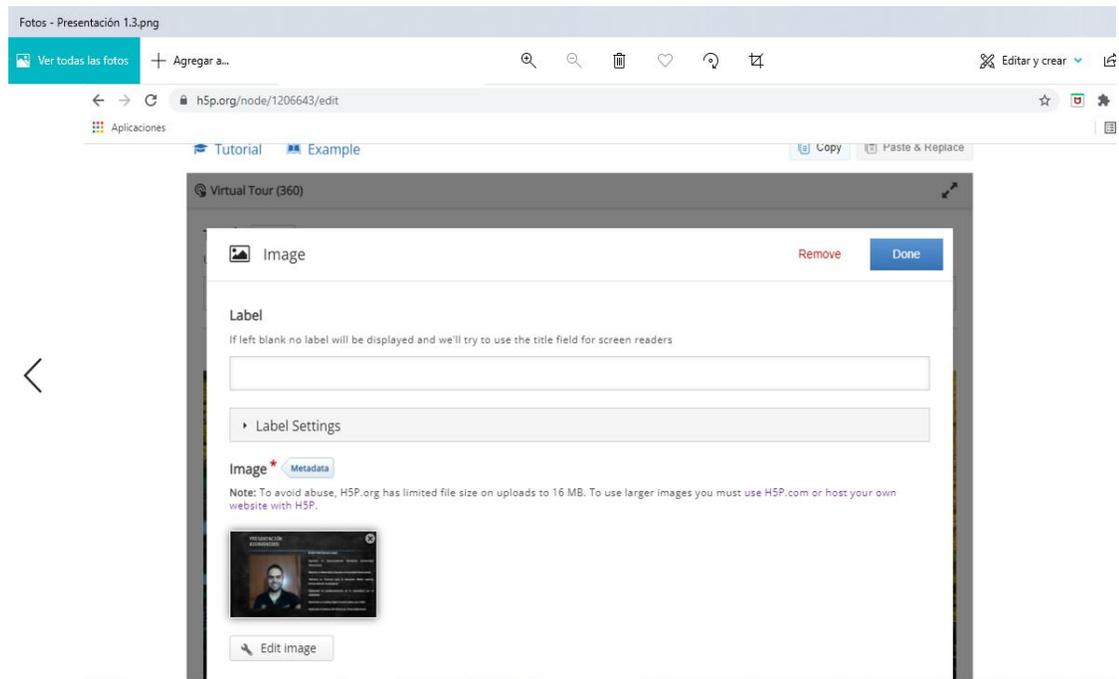


Nota: Elaboración propia

La incorporación de estos recursos resulta en un desafío, ya que la imagen debe quedar centrada y no solo se debe ver desde una dimensión, sino desde todo el plano que lo rodea. Es importante, añadir puntos que resulten relevantes para los jóvenes y que les permitan conocer las instalaciones de su escuela. Para este caso se añadieron videos, imágenes y recursos interactivos, véase la figura 6.3.

Figura 6.3.

Recursos utilizados en la construcción de la presentación

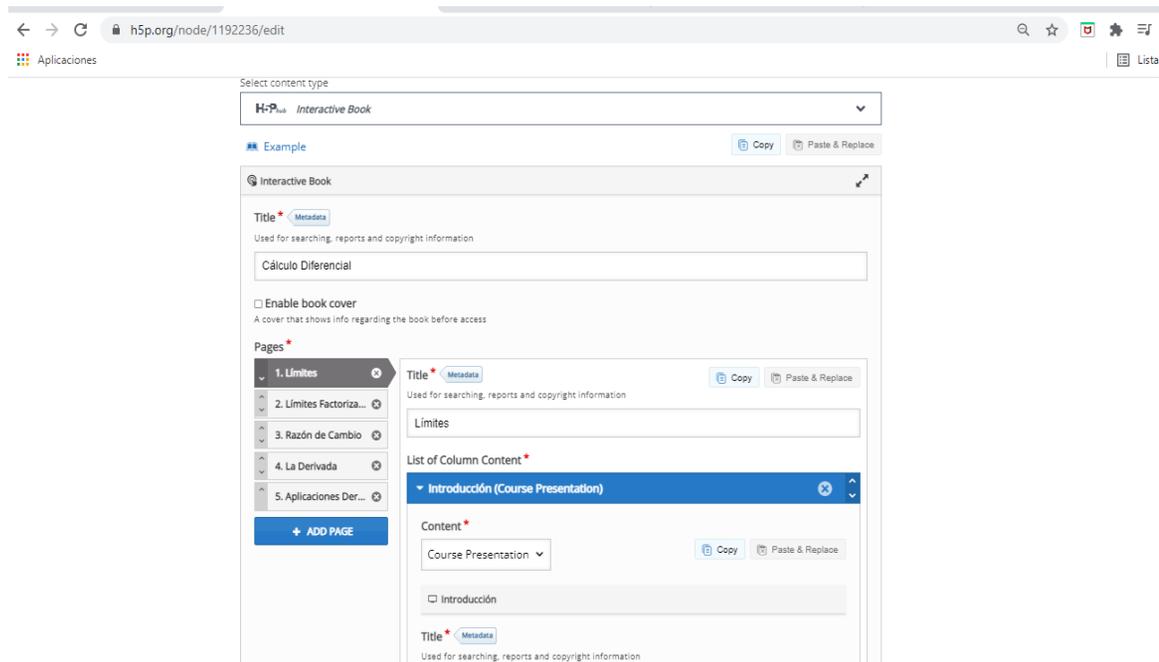


Nota: Elaboración propia.

En cuanto a las cápsulas del curso, se utilizó el recurso de libro el cual contempla secciones. Para el caso del curso las secciones correspondieron a las unidades del programa de estudios y dentro de cada una de ellas se encontraban las diferentes cápsulas propuestas por temática. Fue importante tener un esquema de organización para que los jóvenes accedieran de manera fluida a cada sección del diseño instruccional, por ello el libro funcionó como un aliado para mantener el orden a lo largo de la visualización de los contenidos, véase la figura 6.4.

Figura 6.4.

Construcción del libro de contenidos y cápsulas.

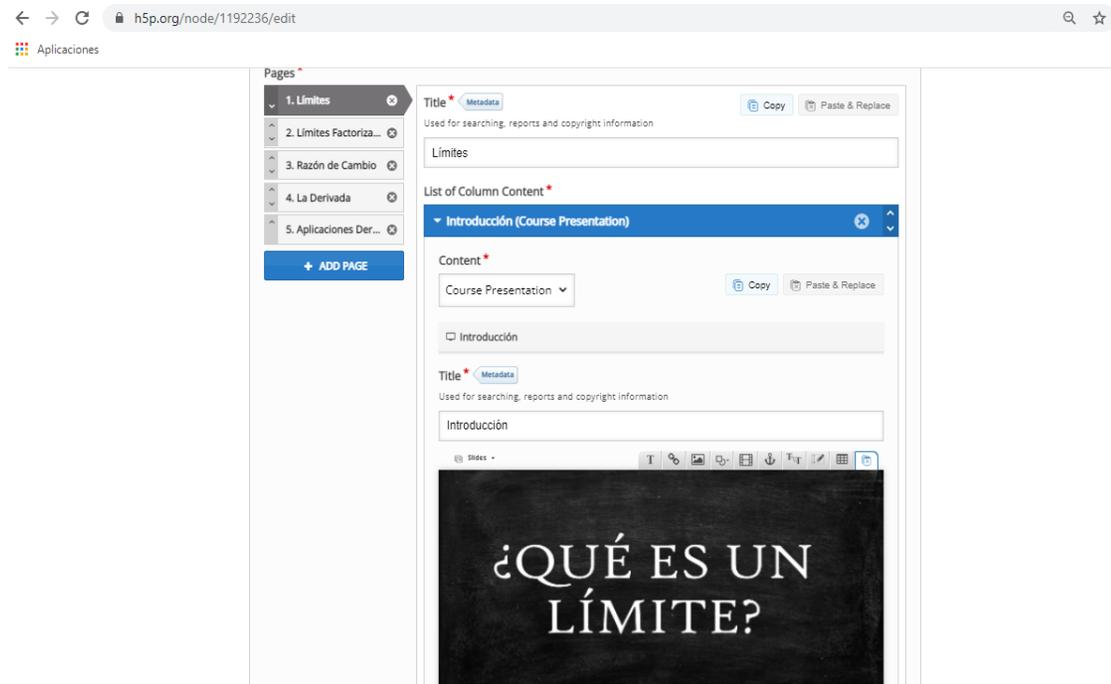


Nota: Elaboración propia

Como previamente se mencionó, dentro de cada unidad de libro se encontraban las cápsulas, éstas contenían materiales de lectura, recursos interactivos, gráficas, tablas, videos y actividades que se evaluaban de manera autónoma. Esto permitía a los estudiantes conocer al final de cada cápsula su desempeño sin necesidad de esperar una retroalimentación del docente. Para la conformación del material el software H5P ofrece la inclusión de las alternativas antes mencionadas, las cuales tienen compatibilidad con diferentes formatos de imágenes y de videos, véase la figura 6.5.

Figura 6.5

Conformación de las actividades de las cápsulas.

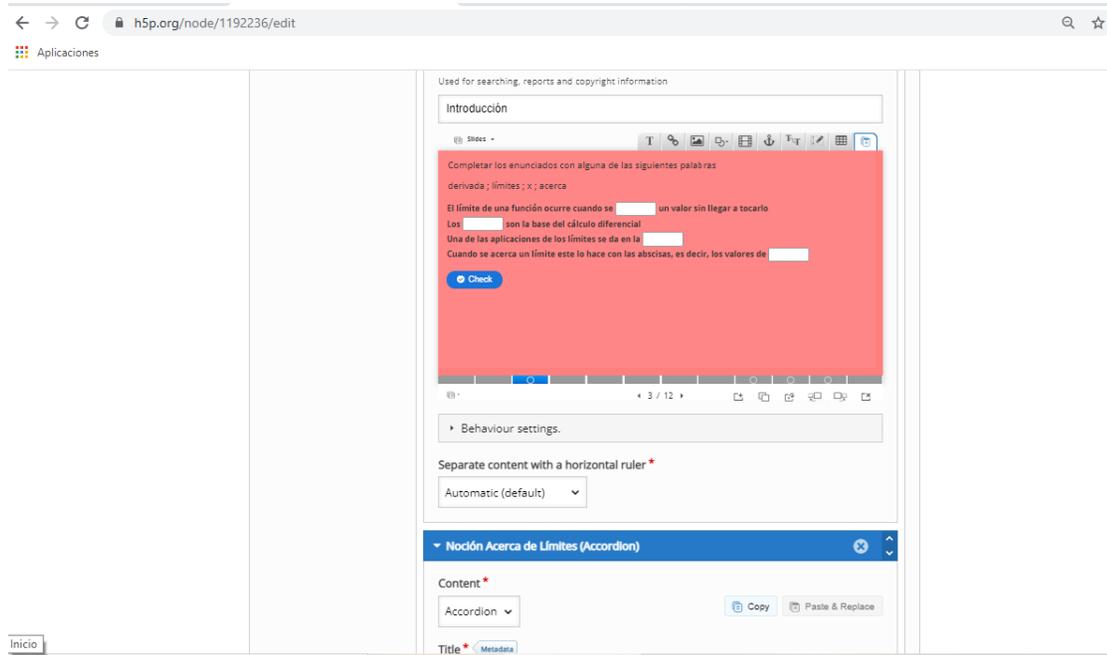


Nota: Elaboración propia.

Otro factor importante fueron las actividades autogestivas, siendo destacable las posibilidades existentes dentro del software H5P, el cual permite crear preguntas de opción múltiple, completar frases, relacionar términos, cuestionarios breves e incluso a través de la adaptación propia del curso, fue fácil construir actividades matemáticas de opción múltiple, véase figuras 6.6 y 6.7.

Figura 6.6.

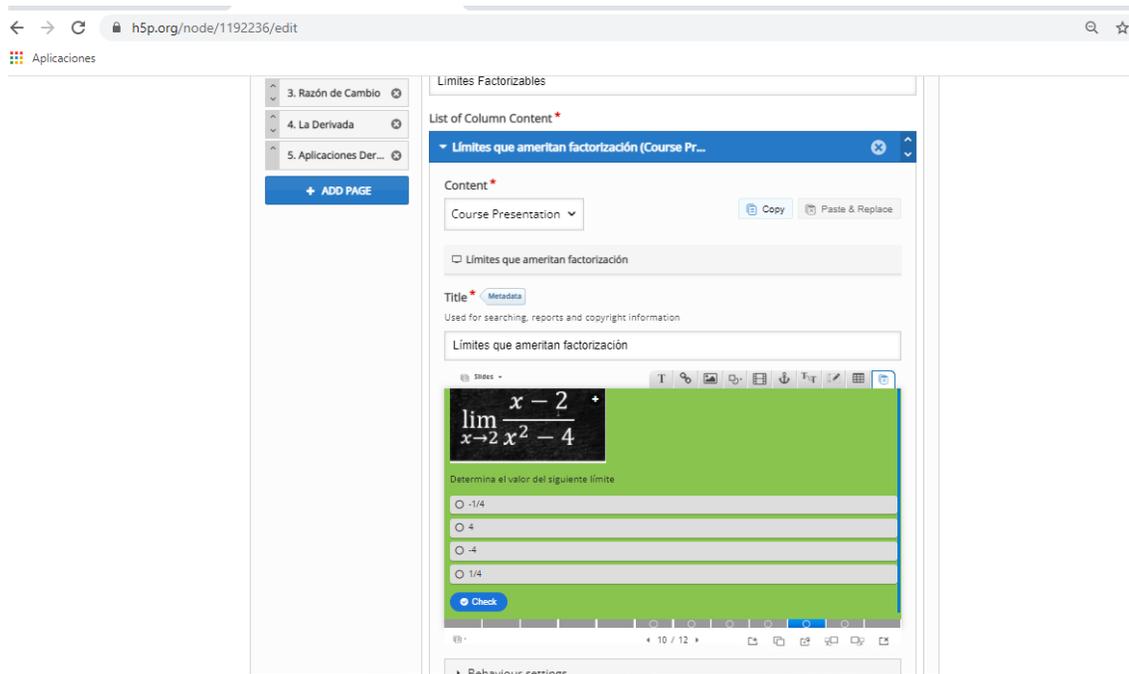
Actividades autogestivas del curso



Nota: Elaboración propia.

Figura 6.7.

Actividades del curso

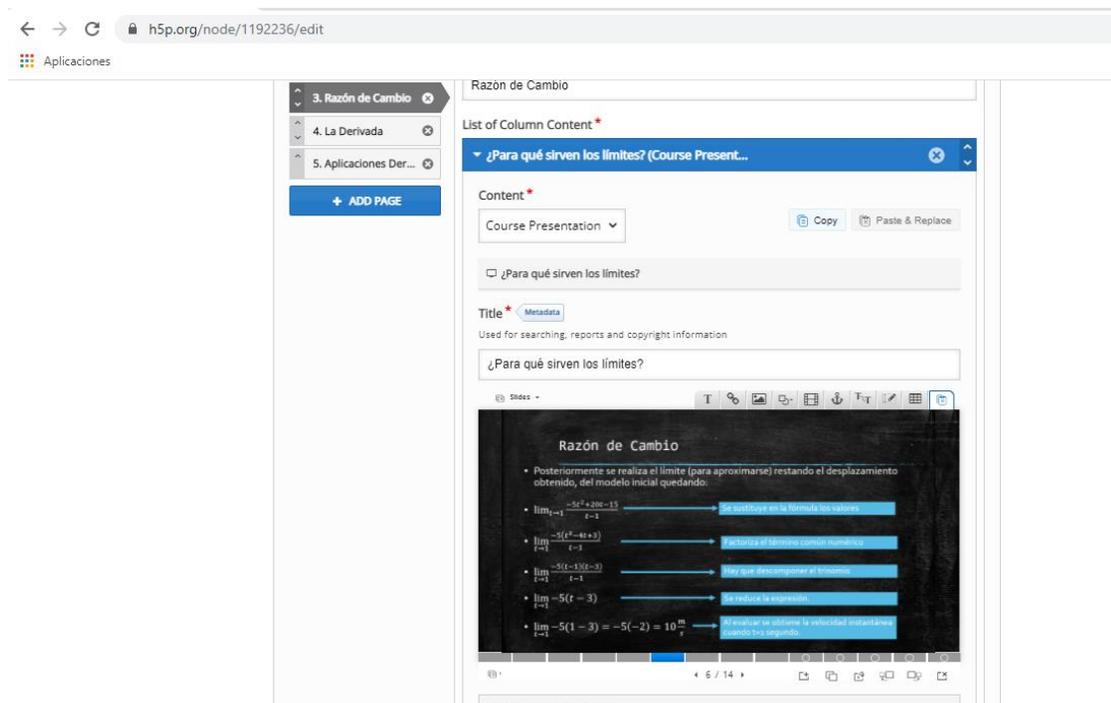


Nota: Elaboración propia.

Finalmente, para concluir cada cápsula se planteaban dos escenarios de reforzamiento para los participantes. Siendo el primero el uso de tutoriales explicados fijos, véase figura 6.8. O si el joven no se siente animado por este tipo de recursos, el podía optar por elementos más dinámicos como video o presentaciones interactivas, véase figura 6.9.

Figura 6.8.

Tutorial estático



The screenshot shows a web editor interface for a course page. The browser address bar displays 'h5p.org/node/1192236/edit'. The page title is 'Razón de Cambio'. A sidebar on the left contains a navigation menu with items: '3. Razón de Cambio', '4. La Derivada', and '5. Aplicaciones Der...', along with an 'ADD PAGE' button. The main content area shows a 'List of Column Content' with a selected item '¿Para qué sirven los límites? (Course Present...'. Below this, there is a 'Content' section with a dropdown menu set to 'Course Presentation' and buttons for 'Copy' and 'Paste & Replace'. A text input field contains '¿Para qué sirven los límites?'. A 'Title' section with a 'Metadata' tab is also visible, containing the same text. The main content area features a slide titled 'Razón de Cambio' with the following text and mathematical expressions:

Posteriormente se realiza el límite (para aproximarse) restando el desplazamiento obtenido, del modelo inicial quedando.

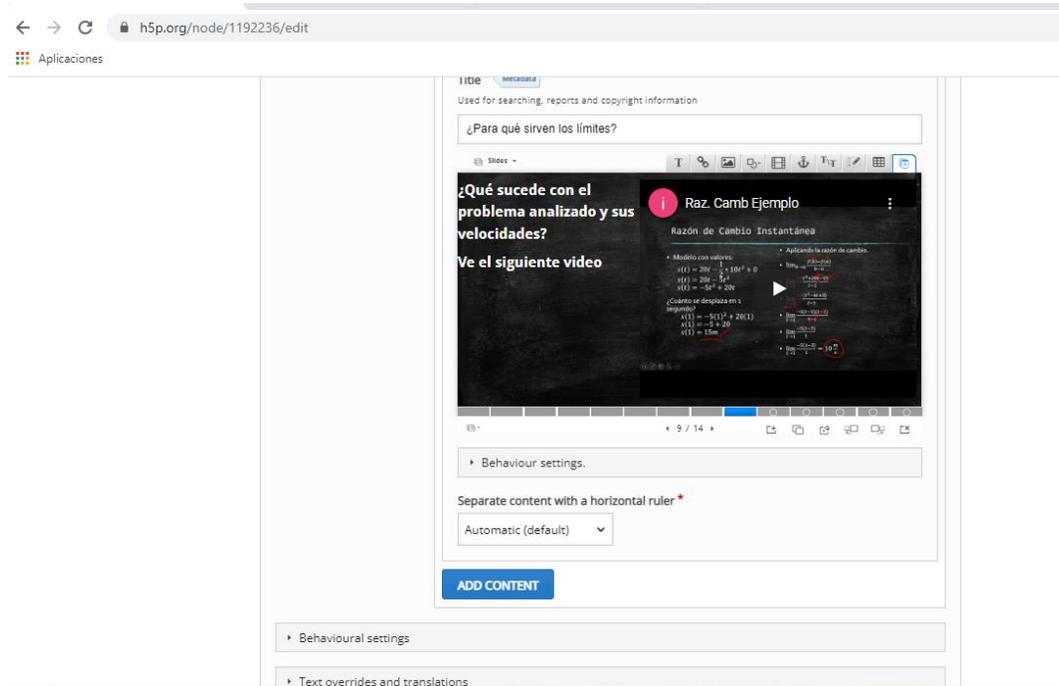
- $\lim_{t \rightarrow 1} \frac{-5t^2 + 20t - 15}{t-1}$ → Se sustituye en la fórmula los valores.
- $\lim_{t \rightarrow 1} \frac{-5(t^2 - 4t + 3)}{t-1}$ → Se simplifica el numerador como número.
- $\lim_{t \rightarrow 1} \frac{-5(t-1)(t-3)}{t-1}$ → Hay que descomponer el término.
- $\lim_{t \rightarrow 1} -5(t-3)$ → Se reduce la expresión.
- $\lim_{t \rightarrow 1} -5(1-3) = -5(-2) = 10 \frac{m}{s}$ → El valor se obtiene la velocidad instantánea cuando $t=1$ segundo.

The slide also includes a navigation bar at the bottom with '6 / 14' and various icons.

Nota: Elaboración propia

Figura 6.9.

Tutorial Dinámico

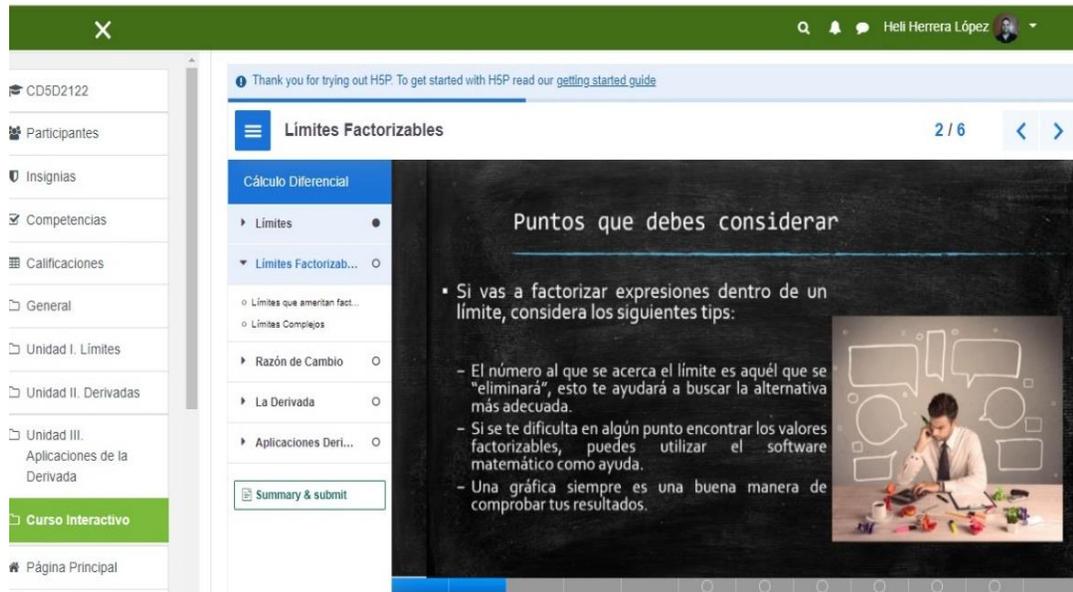


Nota: Elaboración propia.

Una vez elaborado el material dentro de la plataforma H5P se trasladó en su totalidad hacia la plataforma institucional de la escuela, la cual maneja Moodle. Cabe señalar que una de las ventajas de este tipo de herramientas de creación es la accesibilidad y compatibilidad con las diferentes plataformas de tipo Learning Management System (LMS), debido a la posibilidad de añadir dentro de cada una de ellas las diferentes herramientas del H5P, o en su defecto el poder incrustar (embed en inglés) el código dentro de la plataforma para que se visualice los contenidos sin salir de la misma, véase figura 6.10.

Figura 6.10.

Visualización del material

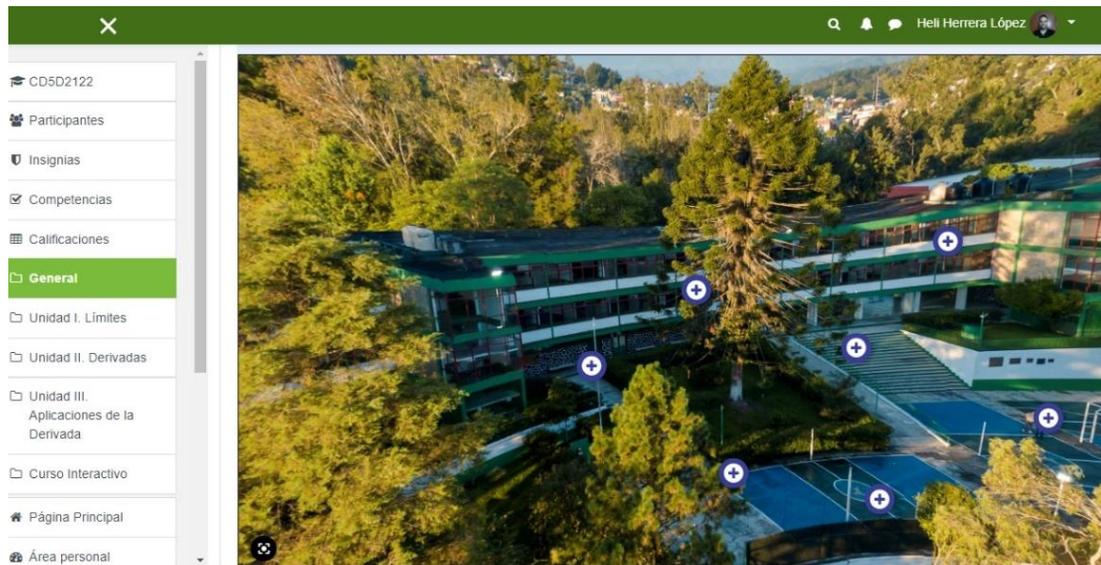


Nota: Elaboración propia

El poder incrustar lo realizado dentro del software permitió que los jóvenes tuvieran acceso al diseño instruccional de manera sencilla sin la necesidad de instalar ningún software adicional. De tal manera que, al comenzar su curso, con la actividad introductoria los participantes lograban visualizar la presentación del facilitador, los contenidos del curso, la forma de evaluar, así como las actividades propuestas desde su acceso a la plataforma LMS, véase figura 6.11.

Figura 6.11.

Imagen en 360° de la institución como recurso



Nota: Elaboración propia

Por último, el uso de las actividades de H5P contiene un parte valorativa final que le permite al usuario tener un resumen completo de sus aciertos o desaciertos en las secciones que contestó. De esta manera los verdaderos protagonistas de su tiempo, conocimientos, aprendizajes y reflexión son los estudiantes, quienes a través de un diseño autogestivo pueden acceder y terminar cada una de las cápsulas para que al final conozcan de manera diagnóstica su desempeño.

6.4.3 Implementación del Diseño Instruccional

Para que existiera paridad dentro del proceso experimental, se decidió dividir las cápsulas acorde a la visualización de contenidos de las evaluaciones parciales, es decir, los estudiantes del grupo control y experimental estudiaran los mismos contenidos en el primer parcial, segundo y tercero. De esta manera para la primera evaluación se incluyó el bloque I el cual corresponde a Límites, mientras que en el diseño instruccional equivale a visualizar las tres cápsulas iniciales.

Por otro lado, para el segundo parcial se incluyó el segundo bloque el cual contempla los contenidos de derivadas. En el diseño esto corresponde a las cápsulas 4, 5, 6 y 7. Mientras que para la última evaluación se analizaron las temáticas de aplicaciones de la derivada las cuales equivalen a las últimas 3 cápsulas del diseño. En la **tabla 6.4**, se muestra esta distribución entre ambos grupos.

Tabla 6.4.

Distribución de contenidos

Evaluación	Grupo Control	Grupo Experimental
Primer Parcial	Bloque I. Límites	Cápsula 1. Noción acerca de límites Cápsula 2. Límites funciones algebraicas Cápsula 3. Límite funciones trascendentes
Segundo Parcial	Bloque II. Derivadas	Cápsula 4. La derivada como razón de cambio. Cápsula 5. Derivada de funciones algebraicas. Cápsula 6. La derivada como representación gráfica. Cápsula 7. La derivada como recta tangencial.

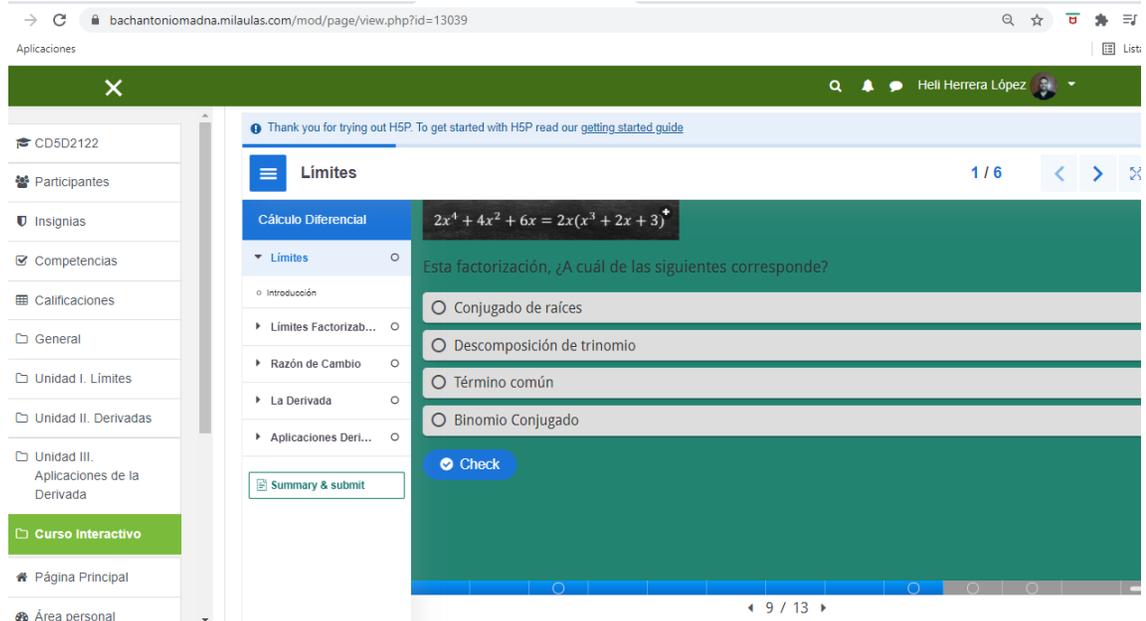
Tercer Parcial	Bloque III. Aplicaciones de la Derivada	Cápsula 8. La derivada y el MUA Cápsula 9. La derivada como proceso de optimización Cápsula 10. Aplicaciones de la derivada en la vida cotidiana.
-----------------------	---	---

Nota: Elaboración propia

En cada una de las sesiones se trabajó mediante un enfoque de múltiples representaciones, de tal manera que los estudiantes tuvieran diferentes perspectivas de cada objeto matemático analizado. Las sesiones comenzaban con la revisión de las cápsulas propuestas las cuales ya se encontraban subidas dentro de la plataforma institucional, posteriormente los estudiantes comenzaban a trabajar los contenidos que se proponían dentro del diseño instruccional, así como los ejercicios solicitados dentro de las tareas de la plataforma, véase la figura 6.12.

Figura 6.12.

Visualización de la primera unidad en plataforma institucional

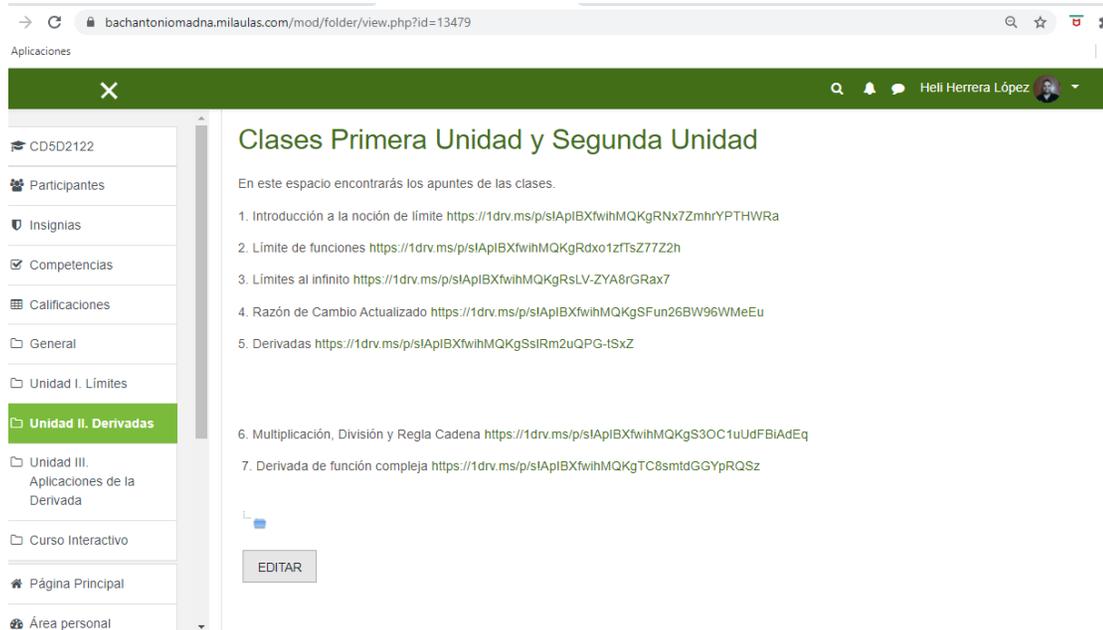


Nota: Elaboración propia

Si alguno de los estudiantes presentaba alguna duda se resolvían en clase y se reforzaba con una nueva explicación, la cual quedaba registrada dentro del diseño instruccional como un material adicional. De esta forma los jóvenes podían acceder en el momento que ellos desearan al contenido que se revisó en clase sin la necesidad de ver algún video, véase la figura 6.13.

Figura 6.13.

Visualización en plataforma de los archivos adicionales



Nota: Elaboración propia

En caso de que los jóvenes requirieran un apoyo adicional, también se les apoyó. En el caso del primer parcial las asesorías en su mayoría fueron relacionadas con el uso del software matemático y graficador, dado que los estudiantes no presentaban un manejo adecuado de dichas herramientas y consideraban que requerían un apoyo extra clase para mejorar su comprensión y habilidad.

En cuanto al manejo del diseño instruccional, este se centraba en la revisión de múltiples representaciones (Duval, 1993), de esta forma se analizaban los conceptos desde una representación analítica, procedimental, gráfica, tabular y tecnológica cada uno de los temas. Para el caso del primer parcial el objeto matemático que se analizó fue el de límite el cual se trabajó bajo la metodología previamente descrito, véase figura 6.14

Figura 6.14

Representaciones del concepto de límite

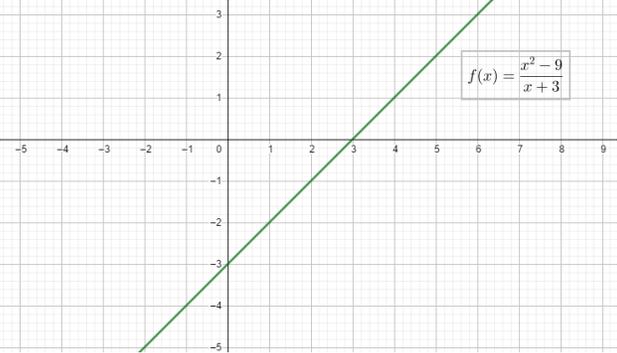
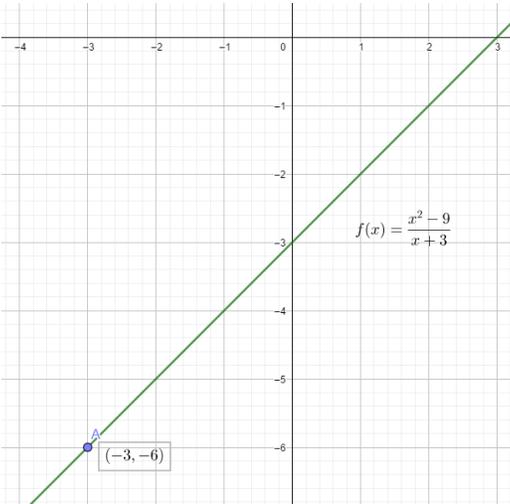


Nota: Elaboración propia.

Cada una de las representaciones formaba parte de un registro. Por ejemplo, para el gráfico se presentaba la ubicación en el plano de la función, así como un acercamiento hacia el punto al cual se acercaba la variable “ x ”, al incluir este conjunto de representaciones, los estudiantes construían en su mente el registro correspondiente, véase la tabla 6.5.

Tabla 6.5.

Ejemplos de registros y representaciones analizadas en clase

Registro	Representaciones	Ejemplo
Registro Gráfico	- Función en el plano	
	- Análisis del punto al que se acerca el límite.	
Registro Analítico	Visualización analítica de límite	$\lim_{x \rightarrow -3} \frac{x^2 - 9}{x + 3}$

	- Análisis de los extremos del límite	$\lim_{x \rightarrow -2.999} \frac{x^2 - 9}{x + 3}$ $\lim_{x \rightarrow -3.001} \frac{x^2 - 9}{x + 3}$														
Registro Tabular	- Tabulación de la función	<table border="1"> <thead> <tr> <th>x</th> <th>$f(x)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-5</td> <td>-8</td> </tr> <tr> <td>-3</td> <td>-6</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>-3</td> </tr> </tbody> </table>	x	$f(x)$	-5	-8	-3	-6	0	-3						
	x	$f(x)$														
-5	-8															
-3	-6															
0	-3															
	- Tabulación fina	<table border="1"> <thead> <tr> <th>x</th> <th>$f(x)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-3.1</td> <td>-6.1</td> </tr> <tr> <td>-3.01</td> <td>-6.01</td> </tr> <tr> <td>-3.001</td> <td>-6.001</td> </tr> <tr> <td>-2.9</td> <td>-5.9</td> </tr> <tr> <td>-2.99</td> <td>-5.99</td> </tr> <tr> <td>-2.999</td> <td>-5.999</td> </tr> </tbody> </table>	x	$f(x)$	-3.1	-6.1	-3.01	-6.01	-3.001	-6.001	-2.9	-5.9	-2.99	-5.99	-2.999	-5.999
x	$f(x)$															
-3.1	-6.1															
-3.01	-6.01															
-3.001	-6.001															
-2.9	-5.9															
-2.99	-5.99															
-2.999	-5.999															

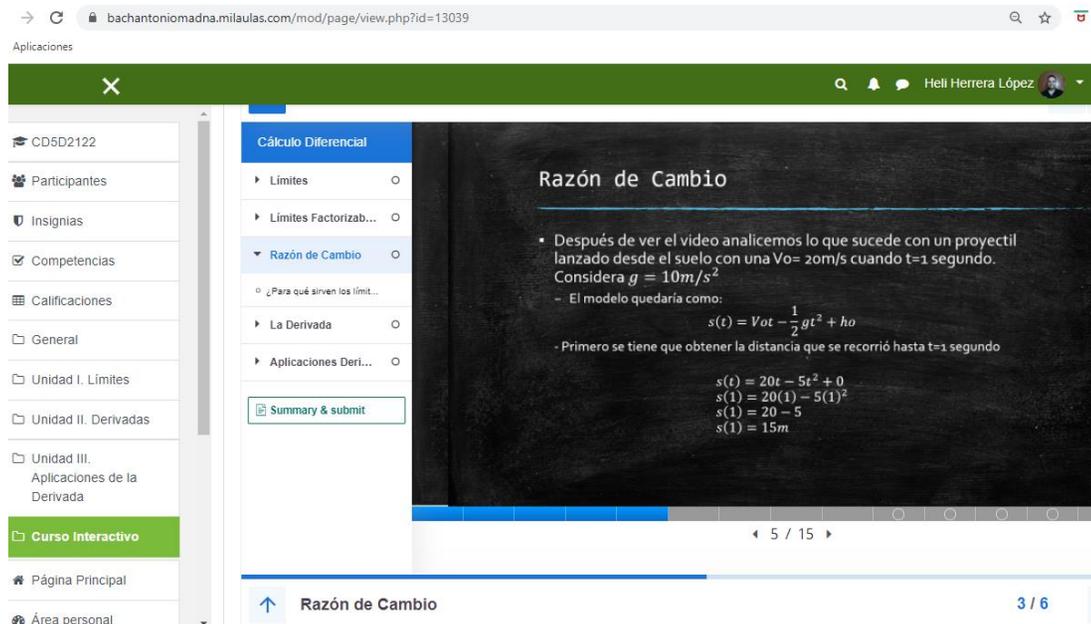
Nota: Elaboración propia.

Una vez que se concluye de analizar las diferentes representaciones, se les plantean un conjunto de problemáticas orientadas a que los jóvenes resuelvan con los registros y representaciones revisadas la situación planteada. Manteniendo la noción del ABP, los jóvenes comienzan con problemáticas sencillas, las cuales incrementan su nivel de

dificultad de manera gradual, en la figura 6.15 se reflejan los tipos de problemas analizados en las cápsulas del primer parcial.

Figura 6.15

Ejemplo de problemáticas



The screenshot shows a Moodle course page for 'Cálculo Diferencial'. The left sidebar contains a navigation menu with items like 'Participantes', 'Insignias', 'Competencias', 'Calificaciones', 'General', 'Unidad I. Límites', 'Unidad II. Derivadas', 'Unidad III. Aplicaciones de la Derivada', 'Curso Interactivo', 'Página Principal', and 'Área personal'. The main content area features a video player titled 'Razón de Cambio'. The video content includes a problem statement: 'Después de ver el video analicemos lo que sucede con un proyectil lanzado desde el suelo con una $V_0 = 20\text{m/s}$ cuando $t=1$ segundo. Considera $g = 10\text{m/s}^2$ '. It also provides the model equation $s(t) = V_0t - \frac{1}{2}gt^2 + h_0$ and asks for the distance traveled at $t=1$ second. The video shows the calculation: $s(1) = 20(1) - 5(1)^2 = 20 - 5 = 15\text{m}$. The video player interface includes a progress bar at the bottom showing '5 / 15' and a 'Summary & submit' button.

Nota: Elaboración propia

Finalmente, para culminar el primer parcial se trabajó un proyecto en el que aplicaran el uso de límites para su solución. Cada uno de los participantes propuso sus diferentes problemáticas y representaron a través de los registros vistos su propuesta de solución, véase figura 6.16.

Figura 6.16.

Ejemplo de proyecto de unidad.

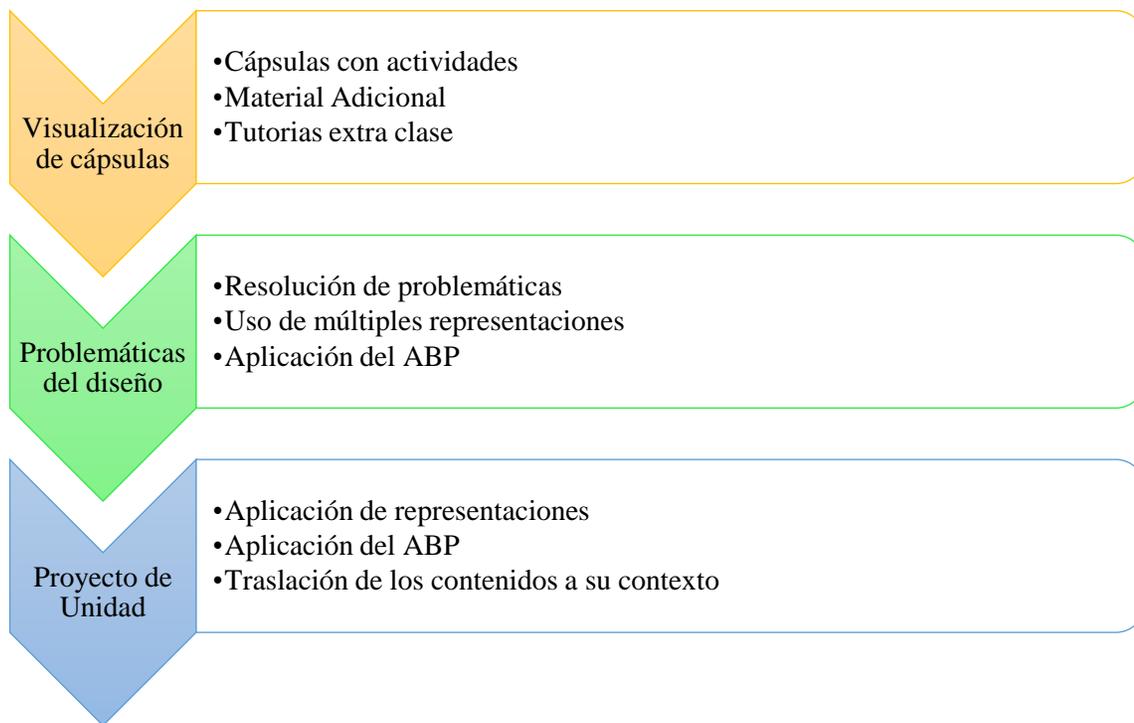


Nota: Elaboración participante.

De esta forma en el primer parcial se comenzó a enseñarle a los participantes la metodología con la que se trabajaría el curso a través del enfoque de múltiples representaciones y el uso del ABP a lo largo de las sesiones. Finalmente, la incorporación del proyecto de unidad permite a los jóvenes trasladar los conocimientos hacia su contexto, véase figura 6.17.

Figura 6.17.

Metodología del primer parcial



Nota: Elaboración propia.

Para el segundo parcial se comenzó a analizar el concepto de derivada, siendo este el más importantes del curso. Respecto a la metodología de trabajo, esta se mantuvo con pequeñas variaciones, primero se comenzó nuevamente con la visualización y análisis del material propuesto en las cápsulas del diseño instruccional. En caso del surgimiento de alguna duda, se procedió a crear el material adicional que se integró al previamente revisado. La primera variación respecto al parcial pasado se dio en las sesiones extra clase las cuales no fueron por el uso de tecnología, sino por un repaso algebraico que les permitiera reducir las expresiones a términos mínimos.

El concepto visualizado en el segundo parcial fue el de la derivada, el cual se analizó desde diferentes registros, con la misma finalidad, dotar a los estudiantes de un enfoque de múltiples representaciones. Se comenzó con registros analíticos, gráficos, tabulares, procedimentales y conceptuales, en cada uno de los ejercicios planteados los jóvenes tenían que plantear la función derivada con su correspondiente simbología para

posteriormente resolver el ejercicio y comprobar sus respuestas con una gráfica o una comprobación en software, véase la figura 6.18.

Figura 6.18.

Registros utilizados en el objeto matemático derivada



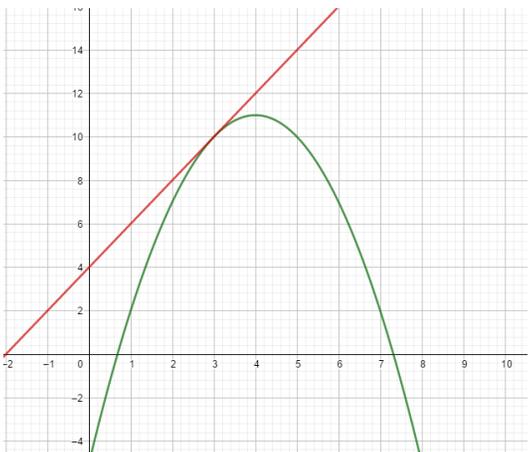
Nota: Elaboración propia

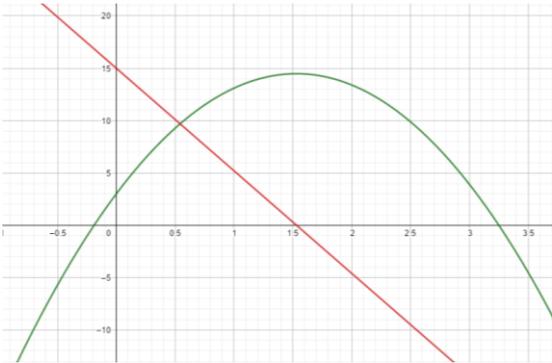
Cada una de las representaciones nuevamente formaron un registro, el cual permitió que los contenidos visualizados tuvieran una visión integral de sus concepciones y

aplicaciones. En el caso de la derivada, se comenzó revisando su noción analítica y conceptual, sentando los primeros precedentes y acercamiento para los estudiantes, posteriormente se trabajaron registros procedimentales, tabulares y gráficos dependiendo del tipo de ejercicio que se revisaba. Esta conjunción permitió que los jóvenes construyeran su objeto matemático a partir de los múltiples registros y representaciones, véase tabla 6.6.

Tabla 6.6.

Ejemplos de registros y representaciones de la derivada

Registro	Representaciones	Ejemplo
Registro Gráfico	- Recta tangencial	

	- Razón de cambio.	
Registro Analítico	Visualización analítica de la derivada	$\frac{d}{dx} u^m = mu^{m-1}$
	- Derivada cociente Newton	$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$

Nota: Elaboración propia.

Al igual que en la unidad previa, una vez que se finalizó este bloque se procedió a aplicar problemáticas en donde se hiciera uso del objeto matemático, en este caso el de la derivada. Para ello se plantearon situaciones variacionales propias del entorno de los jóvenes, donde a través de los conocimientos adquiridos los jóvenes lograran desarrollar una solución a dicha problemática, véase figura 6.19.

Figura 6.19.

Ejemplo de problemáticas del uso de la derivada

Ejemplo 2

Tiger Woods golpea una pelota de golf con una $v_0 = 40 \text{ m/s}$. Considerando la gravedad de $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, determina

- Modelos de desplazamiento y velocidad
- Altura máxima
- Tiempo total de vuelo de la pelota
- Gráfica de desplazamiento vs velocidad
- Tabla de análisis

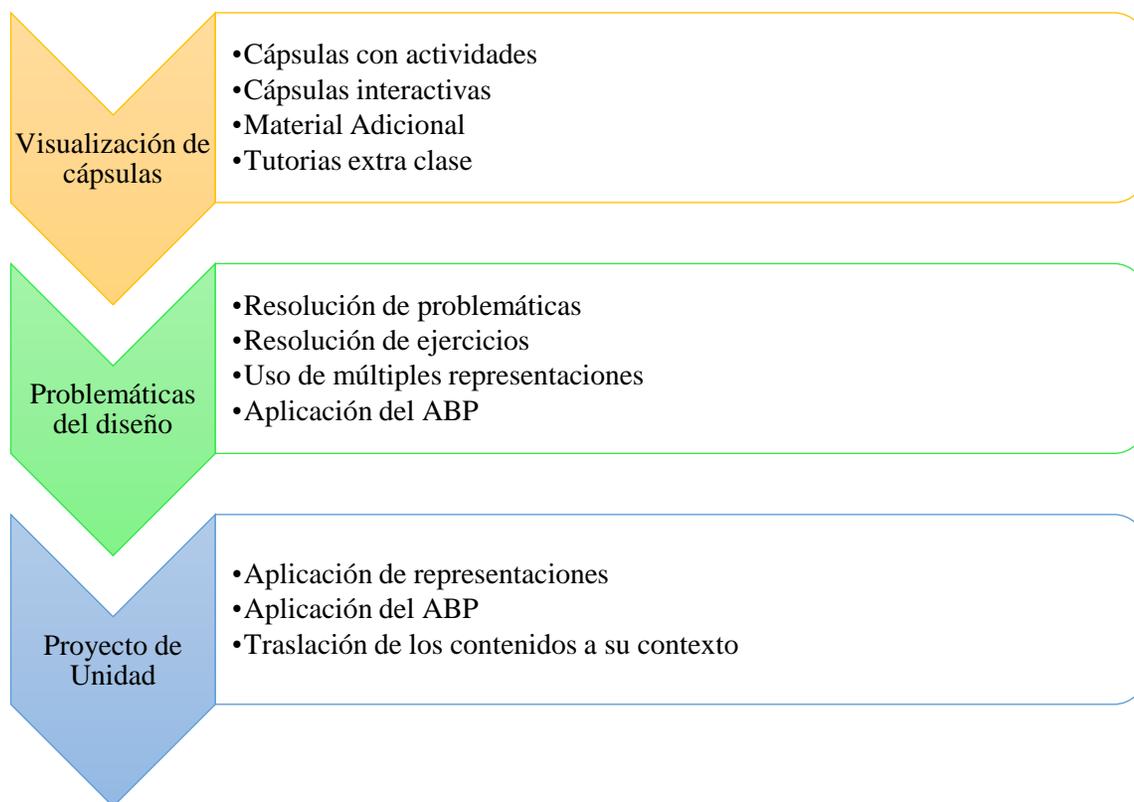


Nota: Elaboración propia

Al finalizar el segundo parcial, los estudiantes reafirmaron la metodología que con la que se había trabajado en el periodo previo y a su vez se continuo con la construcción de los objetos matemáticos en cada uno de los participantes. En la figura 6.20, se detallan los procesos seguidos para la concreción de las actividades del bloque.

Figura 6.20.

Metodología del segundo parcial



Nota: Elaboración propia

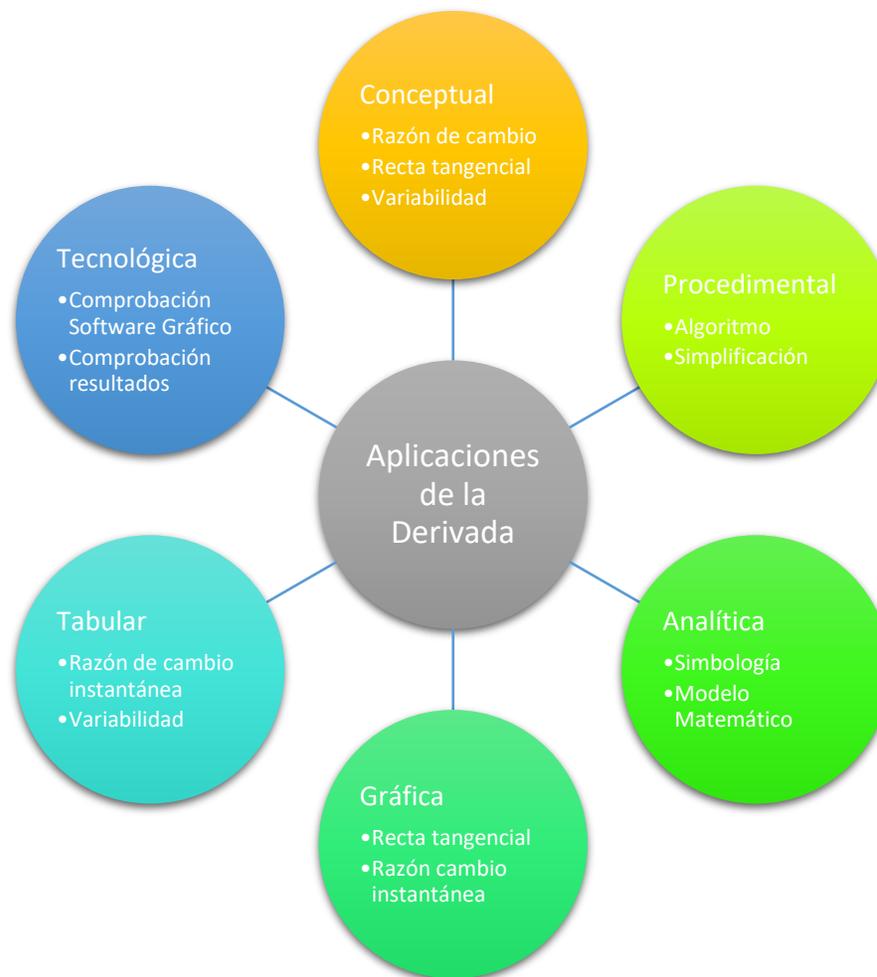
Para el último parcial se visualizaron las aplicaciones de la derivada las cuales englobaron los contenidos vistos en los dos primeros bloques. La metodología de trabajo no presentó variación alguna, se mantuvieron las cápsulas de información y aquellas con actividades interactivas, mientras que los diseños extra clase fueron nuevamente utilizados como un mecanismo de reforzamiento. En caso de dudas se mantuvo el canal para su resolución a través de los medios digitales, el cual cabe señalar fue muy poco utilizado.

La aplicación de la derivada no fue un elemento desconocido para los participantes, debido a la serie de actividades que se presentaron en los parciales previos. Sin embargo, el profundizar el uso de la variabilidad en diferentes campos disciplinares siempre representa un reto para los estudiantes. Se continuó con el uso de registros analíticos, gráficos, tabulares, procedimentales y conceptuales (véase figura 6.21). En

cada uno de los ejercicios planteados los participantes tenían que plantear un modelo matemático que permitiera plantear la problemática y posteriormente a través de los procedimientos vistos y analizados a lo largo de los dos primeros parciales, dar una solución a dicha situación mediante el uso de la derivada. En esta etapa es importante destacar que el uso de elementos tecnológicos como las gráficas de software o la comprobación por software matemático fueron de mucha utilidad para que los participantes brindaran argumentos sólidos a sus modelos de respuesta.

Figura 6.21.

Registros utilizados en la aplicación de la derivada

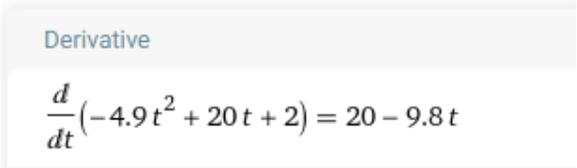


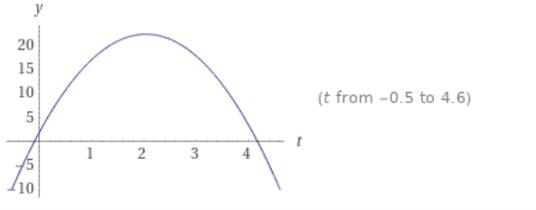
Nota: Elaboración propia

Nuevamente en cada una de las representaciones construidas se formaron una serie de registro, los cuales permitieron que los contenidos visualizados tuvieran una visión integral de sus concepciones y aplicaciones no solo en la matemática sino en los demás campos disciplinares. En el caso de la aplicación de la derivada, se comenzó revisando el planteamiento de los modelos matemáticos para posteriormente trabajar con su solución desde el uso de la derivada, vistos desde los registros analíticos – conceptuales, así como con los procedimentales y tecnológicos. Cabe señalar que esta metodología de trabajo utilizada se mantuvo a lo largo de los tres parciales, véase tabla 6.7.

Tabla 6.7.

Ejemplos de registros y representaciones en el aula

Registro	Representaciones	Ejemplo
Registro Tecnológico	- Validación de respuesta	 <p>Derivative</p> $\frac{d}{dt}(-4.9t^2 + 20t + 2) = 20 - 9.8t$

	- Gráfico	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Input</p> $-4.9t^2 + 20t + 2$ </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px;"> <p>Plots</p>  <p>(t from -0.5 to 4.6)</p> </div>
Registro Analítico	Planteamiento del modelo matemático	$s(t) = -4.9t^2 + 20t + 2$
	- Derivada	$v(t) = -9.8t + 20$

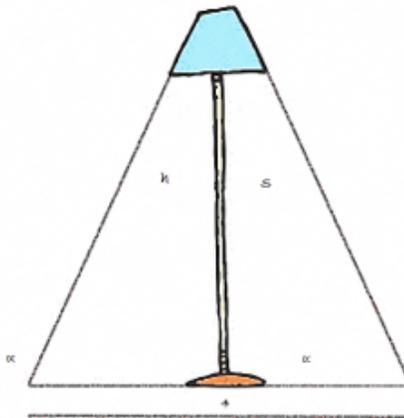
Nota: Elaboración propia.

La finalidad del bloque de aplicaciones de la derivada radica en que los estudiantes construyan situaciones propias de su contexto donde apliquen el concepto de variabilidad, cumpliendo con dicho fin, los participantes construyeron situaciones - problema donde utilizaran la derivada para resolverla, véase figura 6.22.

Figura 6.22.

Ejemplo de problemáticas del uso de la derivada

Una lámpara está localizada a cierta altura para cubrir una sección circular de 4 metros de diámetro. Encuentra la altura a la cual debe colocarse la lámpara tal que la iluminación "I" en el perímetro de la acera sea máximo. Considera que la iluminación está dada por $I = \frac{K(\sin\alpha)}{s^2}$ donde "S" es la inclinación de la lámpara, "α" es el ángulo al que la luz impacta la acera y "K" es una constante.

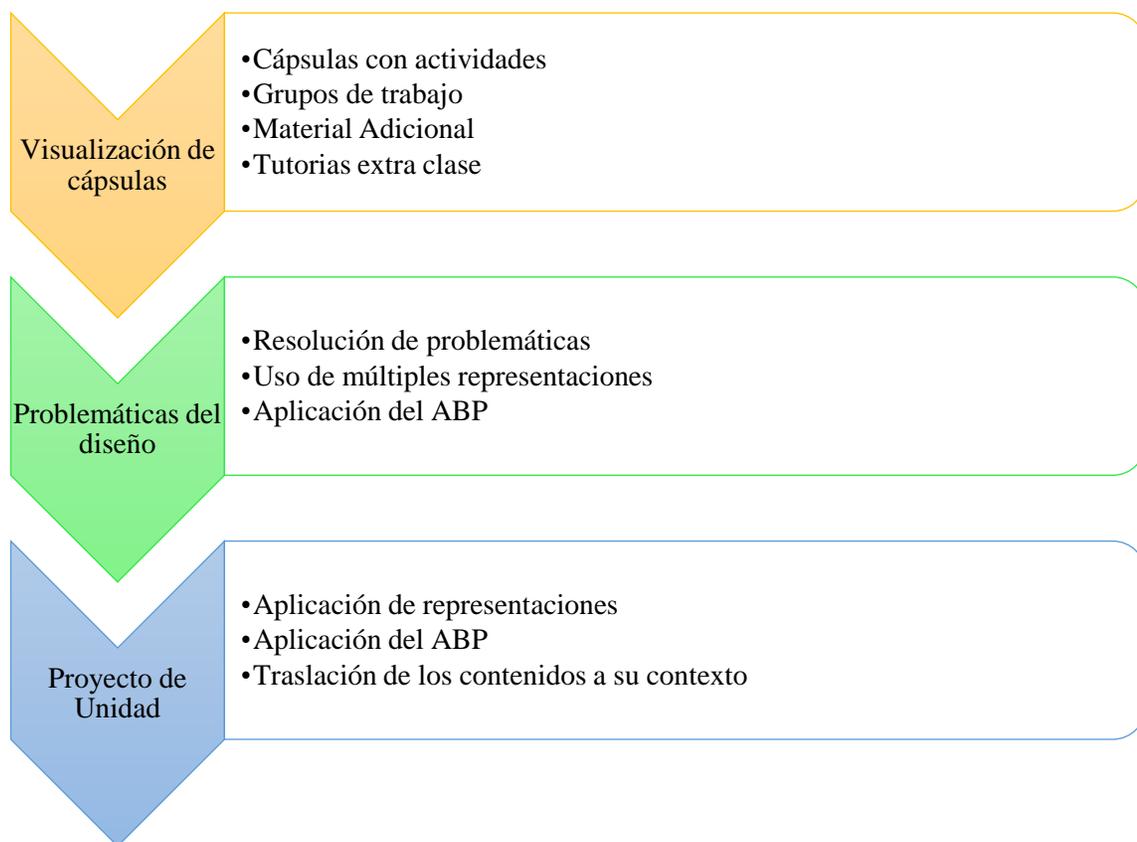


Nota: Elaboración propia

La metodología en el tercer parcial se mantuvo, teniendo pequeñas variaciones como la implementación de grupos de trabajo donde los jóvenes que tuvieron mayor dificultad se les impartían pequeñas sesiones de apoyo para profundizar en los temas que requerían mayor atención de su parte. A su vez, se mantuvo el uso de las cápsulas y el material adicional, así como de las múltiples representaciones para brindar mayor soporte a los conceptos analizados, véase figura 6.23.

Figura 6.23.

Metodología del tercer parcial.



Nota: Elaboración propia

La metodología utilizada mantuvo la misma noción, con el fin de proporcionar un marco de trabajo, sustentado en la teoría de registros y la utilización de ABP dentro de la visualización de los contenidos del curso. Las actividades propuestas fueron diseñadas de acuerdo con los datos obtenidos del diagnóstico, lo cual permite que exista una mayor conexión entre participantes y los contenidos.

7. MODIFICACIONES AL DISEÑO INSTRUCCIONAL.

Una vez finalizada la implementación del diseño instruccional, se procedió a revisar y analizar los aspectos que los participantes consideraron fundamentales como parte de su formación, así como aquellos rubros donde existe una amplia área de oportunidad para construir un diseño más completo e integral. Para completar este análisis se aplicaron dos instrumentos, el primero fue un cuestionario aplicado a la totalidad de participantes mientras que el segundo consistió en una entrevista semiestructurada a una muestra representativa. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

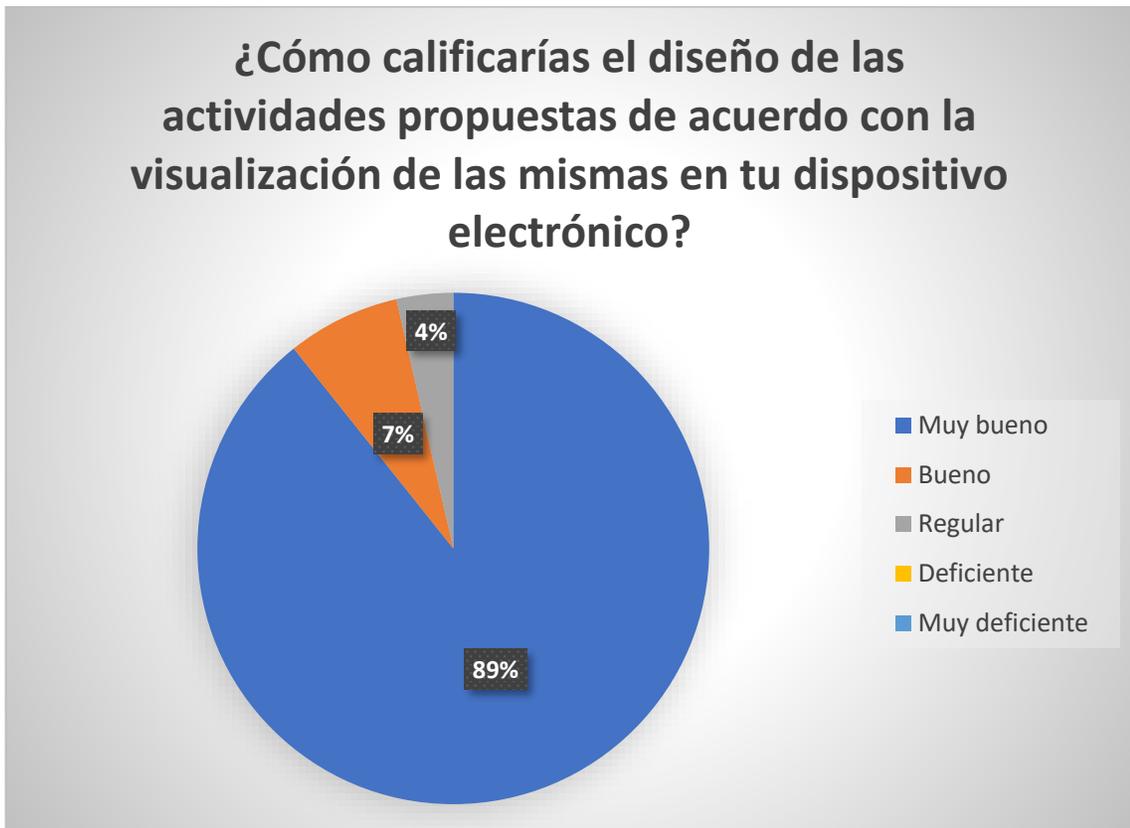
7.1 Cuestionario

La prueba fue aplicada a los 28 participantes a través de un conjunto de preguntas orientadas a tres dimensiones: calidad del diseño, contenido y aprendizaje. Con esta perspectiva se buscó conocer si el conjunto de actividades incluidas dentro del diseño tuvo un impacto dentro del proceso formativo de los jóvenes y si existen puntos donde se deba reformular y replantear cada uno de sus elementos.

En la primer sección se analizó la calidad del diseño, en la que se les preguntó a los participantes si el aspecto del diseño fue el adecuado para la visualización en los dispositivos electrónicos. Los valores obtenidos mostraron que casi todos los participantes consideraron que el aspecto visual de los contenidos fue el adecuado. A continuación, en la figura 7.1 se muestran los valores obtenidos.

Figura 7.1

Diseño visual de las actividades



Nota: Elaboración propia

Por otro lado, en el siguiente cuestionamiento se les pidió que externaran si existió una buena compatibilidad entre los ejercicios propuestos y el contenido del diseño instruccional con sus equipos electrónicos. Las respuestas mostraron que no tuvieron ningún problema ya que nuevamente más del 75% de los jóvenes consideraron que, no se presentó dificultad relativa a dicho aspecto, véase la tabla 7.1.

Tabla 7.1

Compatibilidad del contenido

2. ¿En algún momento se presentó alguna dificultad relativa a la compatibilidad para acceder a los contenidos y actividades del curso?				
Siempre	Casi siempre	Algunas veces	Rara vez	Nunca

0	0	1	3	24
---	---	---	---	----

Nota: Elaboración propia.

Para finalizar el análisis de la calidad del diseño, se les inquirió sobre los aspectos que consideran deberían incluirse en futuros cursos para mejorar su experiencia de aprendizaje. Los resultados mostraron que los participantes consideraron que el diseño fue adecuado, pero al menos 12 personas indicaron que sería ideal presentar el contenido en forma individual y no como formato de libro, lo cual ayudaría a tener una mejor localización de los contenidos. En la tabla 7.2, se muestran las diferentes respuestas obtenidas.

Tabla 7.2

Elementos por mejorar del diseño instruccional

De acuerdo con tu opinión personal, ¿Qué aspectos consideras que deben modificarse en el contenido y diseño de las actividades propuestas?	
Separar el contenido de acuerdo con el tema	12
Mayor cantidad de ejemplos y ejercicios	7
Más tutoriales estáticos y menos videos	5
Más colores en las actividades	2

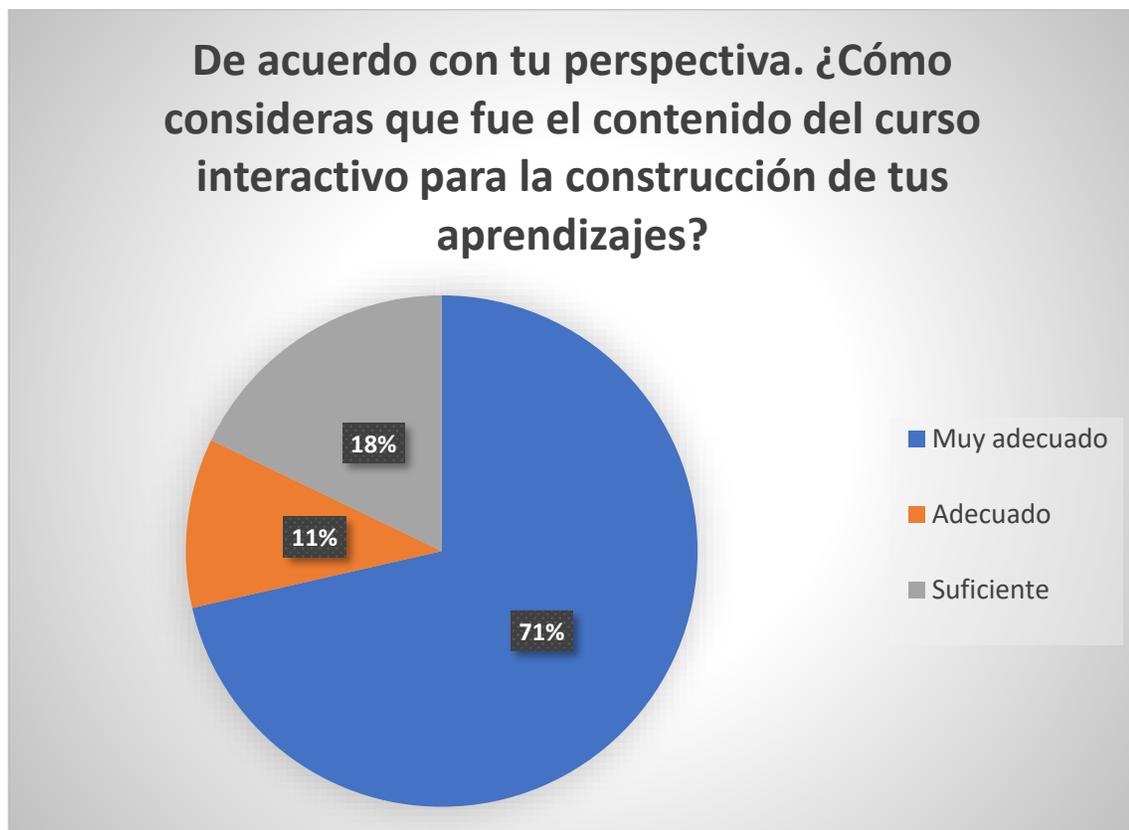
Nota: elaboración propia.

En la segunda dimensión que se analizó se encuentra la revisión del contenido. Aquí se contempló si las actividades propuestas fueron adecuadas para su aprendizaje, lo cual permite conocer si se deben mantener o en su defecto mejorar las explicaciones, ejemplos y ejercicios propuestos dentro del diseño. La primera pregunta relativa a dicha dimensión consistió en conocer si el contenido fue adecuado para su formación, a lo que casi el 75% de encuestados mencionaron que fue adecuado, destacando el hecho que ninguno de los

participantes pensó que el diseño fue deficiente para su aprendizaje tal como se muestra en la siguiente figura 7.2.

Figura 7.2

Nivel de calidad del diseño instruccional



Nota: Elaboración propia

En la siguiente pregunta se les cuestionó sobre los recursos que consideraron más útiles dentro del diseño instruccional, los resultados mostraron que existió una gran preferencia por los denominados tutoriales estáticos, así como por el contenido gráfico. Por otro lado, se destaca la poca apreciación de los participantes para los video – tutoriales, siendo estos los que no tuvieron mención. Cabe señalar que, los encuestados podían elegir más de un recurso, por ello el aumento de valoraciones y opiniones que se muestran en la tabla 7.3

Tabla 7.3

Recursos implementados en el diseño

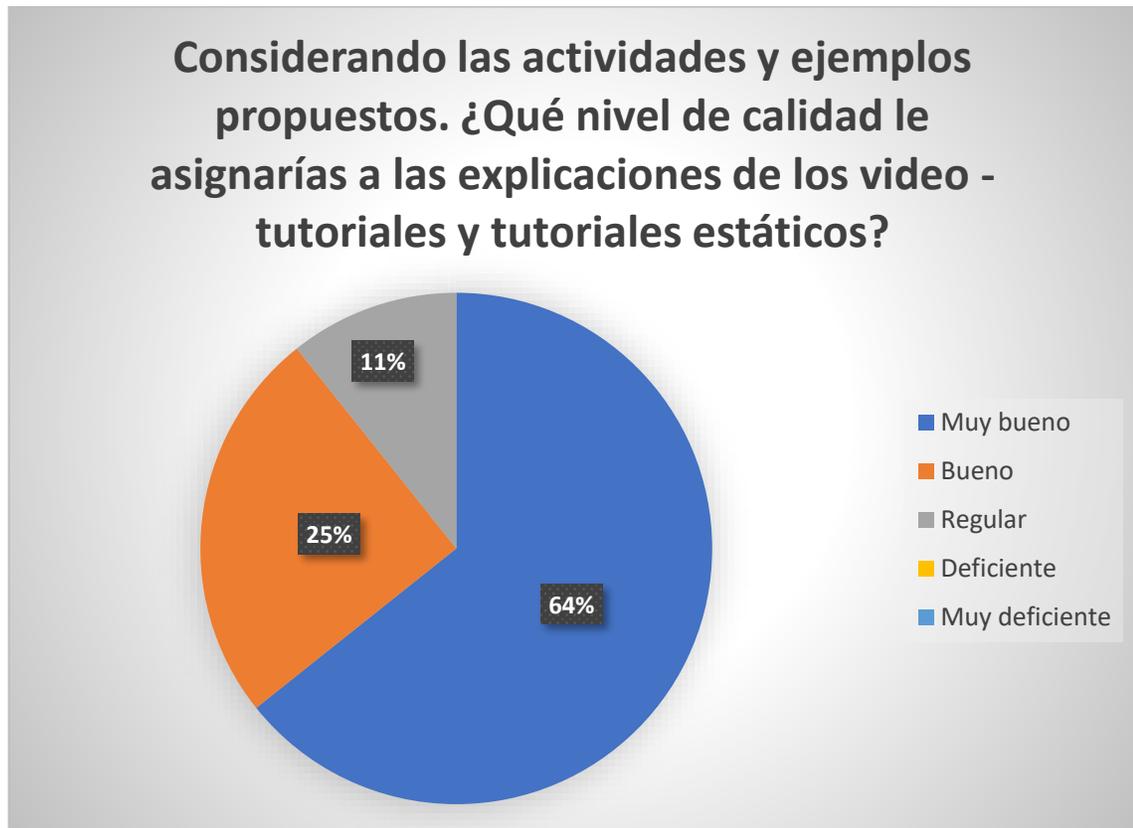
De los siguientes recursos utilizados dentro del diseño. Selecciona aquellos que consideren que te ayudaron a tener un mejor aprendizaje de los contenidos del curso.	
Videotutoriales	0 (0%)
Presentaciones PowerPoint	10 (35%)
Tutoriales estáticos	21 (75%)
Gráficas	25 (89%)
Esquemas	12 (42%)
Preguntas interactivas	5 (18%)
Tablas	18 (64%)

Nota: Elaboración propia.

Para finalizar esta dimensión se les cuestionó sobre su percepción sobre la explicación dentro de los video tutoriales, así como en los tutoriales estáticos, los cuales tuvieron una buena perspectiva de parte de los participantes quienes en más del 75% consideraron al contenido como algo de muy buena calidad. En la figura 7.3, se muestran los valores obtenidos.

Figura 7.3.

Calidad del contenido explicado



Nota: Elaboración propia

Para el caso de la última dimensión, se analizó el nivel de aprendizaje que los estudiantes consideraron que obtuvieron con el diseño instruccional, para conocer esta perspectiva se les indicó que mencionaran si los aprendizajes obtenidos fueron los esperados por ellos o no. La respuesta mostró que más del 75% consideraron como muy satisfactorio su nivel de aprendizaje, mientras que menos del 15% lo consideraron por debajo de lo suficiente. En la tabla 7.4 se muestran dichos valores.

Tabla 7.4.*Nivel de aprendizajes esperados*

De manera sincera, ¿Cómo consideras que fue tu nivel de aprendizaje con los contenidos del curso virtual?				
Muy Satisfactorios	Satisfactorios	Suficientes	Insuficientes	Muy Insuficientes
20 (71%)	4 (14%)	3 (11%)	1 (4%)	0

Nota: Elaboración propia.

Por último, se les preguntó sobre los aspectos que consideran que deben mejorar dentro del diseño del curso virtual para que sus aprendizajes sean los esperados. Las respuestas obtenidas muestran concordancia con los valores previos, ya que nuevamente 25 estudiantes consideraron que no era necesario modificar nada ya que sus aprendizajes fueron adecuados, mientras que 3 sugirieron un mayor apoyo por parte del docente para aclarar dudas, esto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7.5.*Aspectos por mejorar del diseño*

De acuerdo con tu perspectiva, ¿Qué aspectos crees que deben mejorarse del curso interactivo para que tengas un mejor aprendizaje del curso de cálculo diferencial?	
Ninguno, considero que tuve un buen aprendizaje.	25 (89%)
Días para reforzar los contenidos del curso	3 (11%)
Apoyo para manejar el software matemático	1 (4%)
Apoyo para graficar en software	1 (4%)

Nota: Elaboración propia

En esta última pregunta algunos jóvenes consideraron incluir dos aspectos, esto se incluyó para no descartar las nociones que consideraron que se deben mejorar. De igual manera, se logró encontrar una tendencia respecto a las preguntas anteriores las cuales muestran que existió una buena percepción sobre el diseño instruccional y las actividades propuestas. Sin embargo, se dejan muy claros los aspectos por mejorar como la inclusión de más tutoriales estáticos, apoyo para el manejo del software del curso y la segmentación del curso de acuerdo con los contenidos de cada bloque.

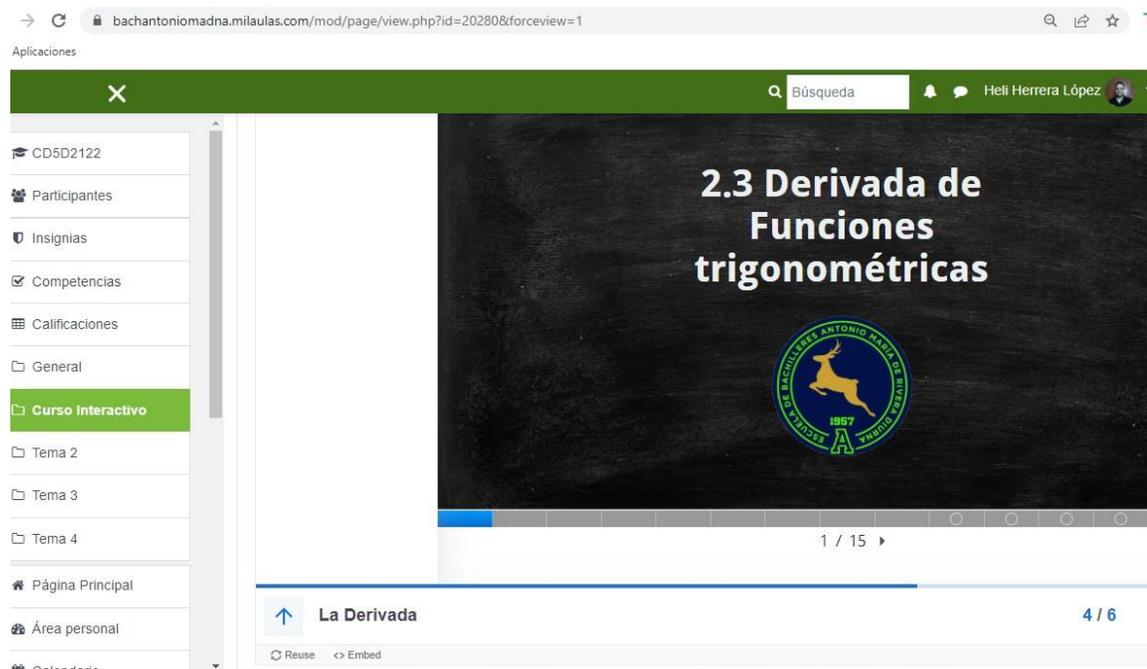
7.2 Rediseño del objeto de aprendizaje

Una vez que se analizaron los resultados relativos a la percepción y opinión de los participantes relativas al objeto de aprendizaje, se establecieron los canales de mejora a través de tres ejes importantes: i) visualización de contenido, ii) contenido y iii) herramientas auxiliares. A continuación, se muestran cada una de las fases desarrolladas con base en los comentarios percibidos.

En la visualización del contenido se consideraron las opiniones donde detallaban la necesidad de separar las secciones del libro, de tal manera que solo se encontrarán en una sección durante su desarrollo. Tomando esto en consideración se separaron las secciones y cada cápsula quedó aislada, manteniendo solamente el índice como elemento de referencia. En la siguiente figura 7.4 se muestra el aspecto mejorado.

Figura 7.4

Visualización de las cápsulas

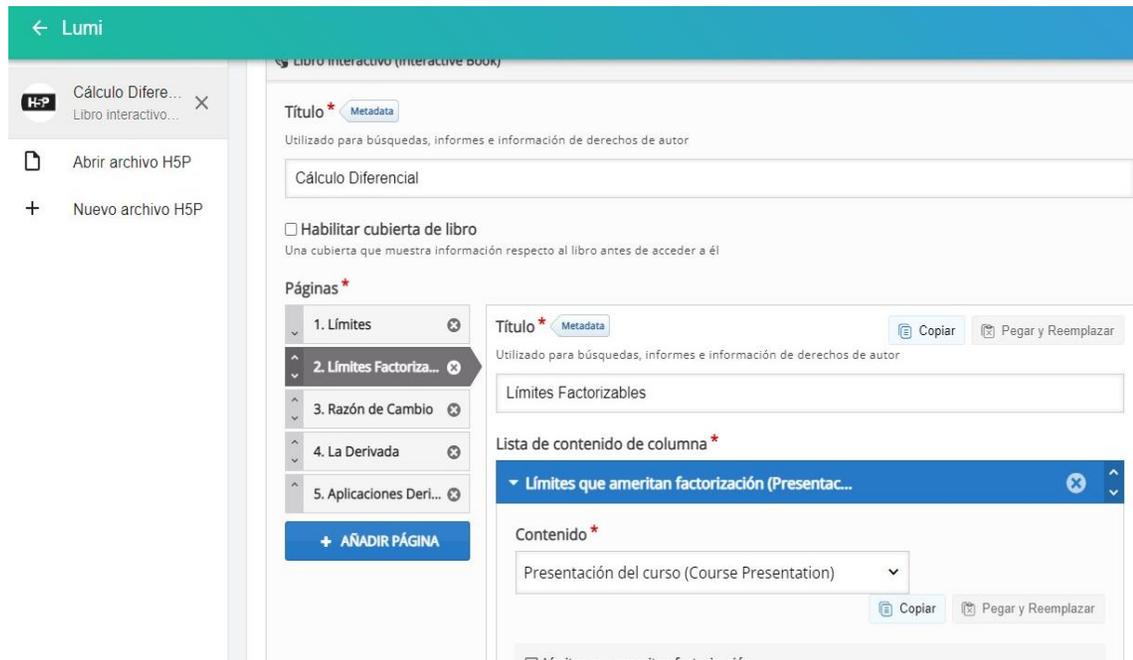


Nota: Elaboración propia

Para cumplir con la asignación fue necesario modificar las líneas del diseño dentro de la plataforma H5P lo cual requirió una renovación de cada una de las cápsulas para separarlas y a su vez sistematizar de manera adecuada la información dentro de los bloques correspondientes. Esto se muestra en la figura 7.5.

Figura 7.5

Modificación en H5P

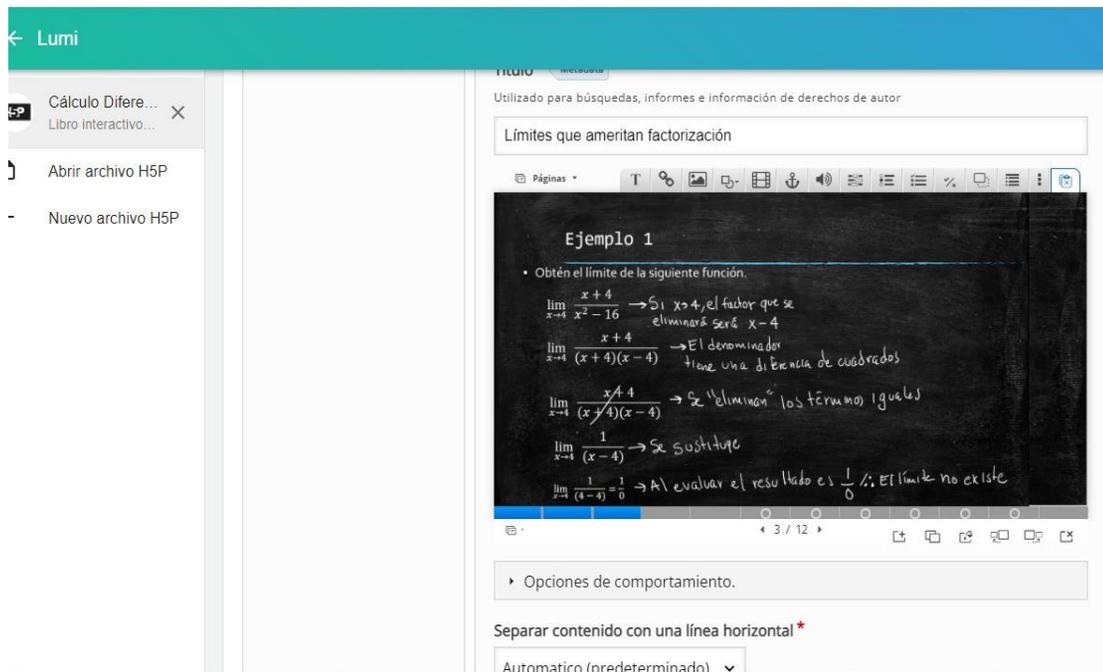


Nota: Elaboración propia

A su vez otro aspecto dentro de la visualización fue la petición de incluir más tutoriales estáticos en lugar de dinámicos (videos en YouTube) debido a que no todos los hogares contaban con internet en domicilio, siendo muy común el acceder a la web mediante su dispositivo móvil y la recarga de fichas de prepago. Por ello, se aumentó la cantidad de imágenes que brindarían explicación a los ejercicios y ejemplos propuestos con el fin de que se hiciera uso excesivo de datos móviles para los participantes. A continuación, en la figura 7.6 se muestran dicha modificación.

Figura 7.6

Construcción de contenido estático



Nota: Elaboración propia

Por otra parte, en cuanto a contenido se profundizó en la construcción de más representaciones para que los participantes visualizarán las mismas dentro de su objeto de aprendizaje. De esta manera se incluyeron tabulaciones que proporcionarían un mayor detenimiento en las problemáticas y ayudarían a construir una mejor comprensión del significado del proceso de variabilidad dentro de la derivada, véase figura 7.7.

Figura 7.7

Elaboración de representación tabular

The screenshot shows a web application interface for a course titled 'Curso Interactivo'. The main content area displays a table titled 'Tabla de Análisis' with the following data:

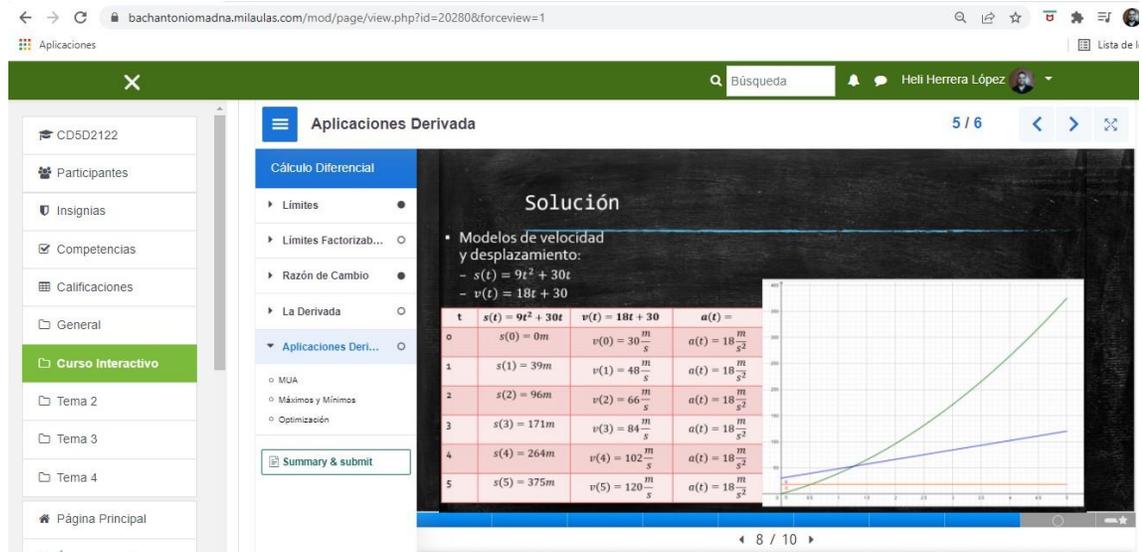
t	$s(t) = -4.9t^2 + 40t$	$v(t) = -9.8t + 40$	$a(t) =$
0	$s(0) = 0m$	$v(0) = 40 \frac{m}{s}$	$a(t) = -9.8 \frac{m}{s^2}$
1	$s(1) = 35.1m$	$v(1) = 30.2 \frac{m}{s}$	$a(t) = -9.8 \frac{m}{s^2}$
2	$s(2) = 60.4m$	$v(2) = 20.4 \frac{m}{s}$	$a(t) = -9.8 \frac{m}{s^2}$
3	$s(3) = 75.9m$	$v(3) = 10.6 \frac{m}{s}$	$a(t) = -9.8 \frac{m}{s^2}$
4	$s(4) = 81.6m$	$v(4) = 0.8 \frac{m}{s}$	$a(t) = -9.8 \frac{m}{s^2}$
4.082	$s(4.082) = 81.632m$	$v(4.082) = 0 \frac{m}{s}$	$a(t) = 9.8 \frac{m}{s^2}$
5	$s(5) = 77.5m$	$v(5) = -9 \frac{m}{s}$	$a(t) = 9.8 \frac{m}{s^2}$
6	$s(6) = 63.6m$	$v(6) = -18.8 \frac{m}{s}$	$a(t) = 9.8 \frac{m}{s^2}$
7	$s(7) = 39.9m$	$v(7) = -28.6 \frac{m}{s}$	$a(t) = 9.8 \frac{m}{s^2}$
8	$s(8) = 6.4m$	$v(8) = -38.4 \frac{m}{s}$	$a(t) = 9.8 \frac{m}{s^2}$
8.164	$s(8.164) = 0m$	$v(8.164) = -40 \frac{m}{s}$	$a(t) = 9.8 \frac{m}{s^2}$

Nota: Elaboración propia

Contemplando la necesidad de dotar de mayor cantidad de registros semióticos a los participantes, fue importante también anexar gráficas con tablas, para que se compararan a simple vista cada variación dentro de las problemáticas planteadas dentro del objeto. A continuación, en la figura 7.8 se muestran dichos aspectos.

Figura 7.8

Contenido gráfico y tabular

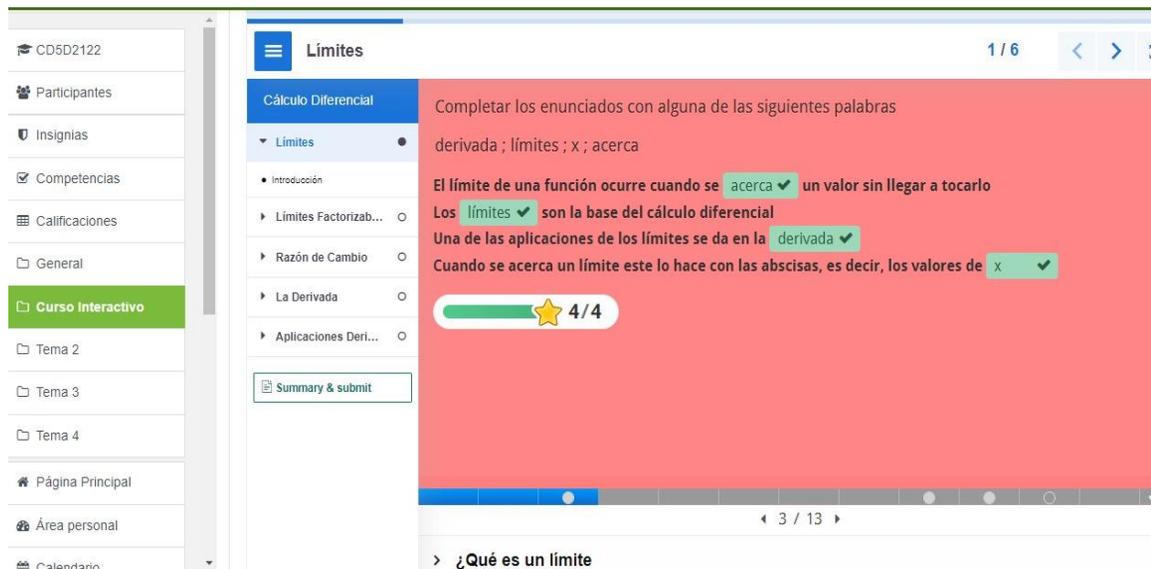


Nota: Elaboración propia

A su vez de manera adicional se incluyeron más ejercicios para que los participantes practicarán de manera activa dentro de su objeto de aprendizaje. Se estipularon ejercicios de límites, derivadas y aplicaciones de la derivada en formatos abiertos, de completar, opción múltiple y verdadero o falso, véase figura 7.9.

Figura 7.9

Actividades del curso

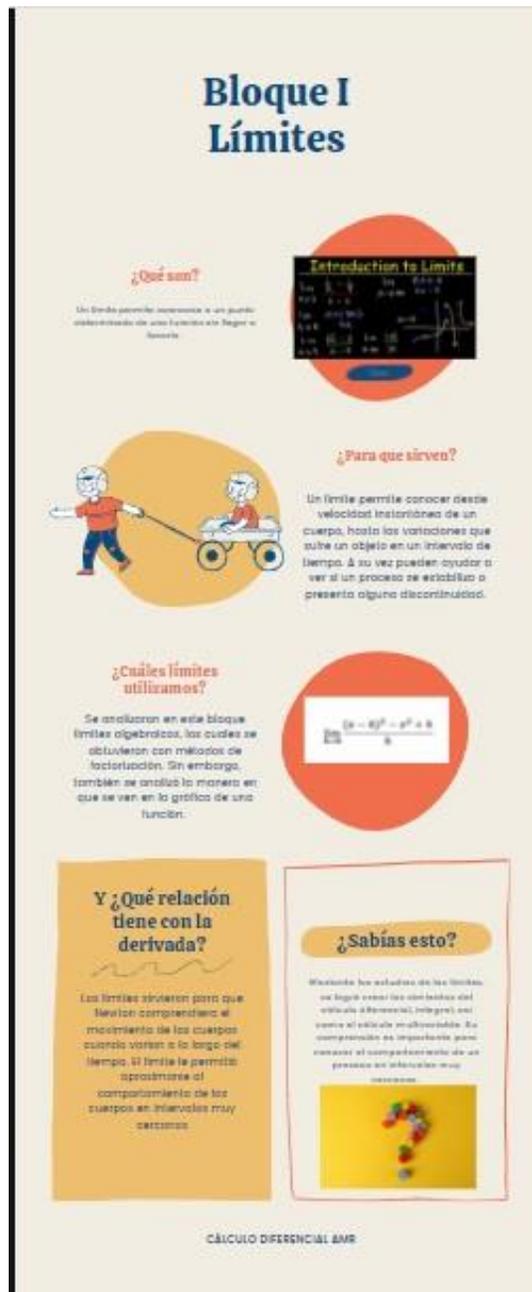


Nota: Elaboración propia

Finalmente considerando la opinión de los primeros participantes, se contempló la construcción de material que diera cierre a las cápsulas y bloques correspondientes. De tal forma que, podían encontrar un resumen que incluyera todos los aspectos vistos dentro del material. En la figura 7.10, se muestra una infografía del bloque I.

Figura 7.10

Infografía de bloque



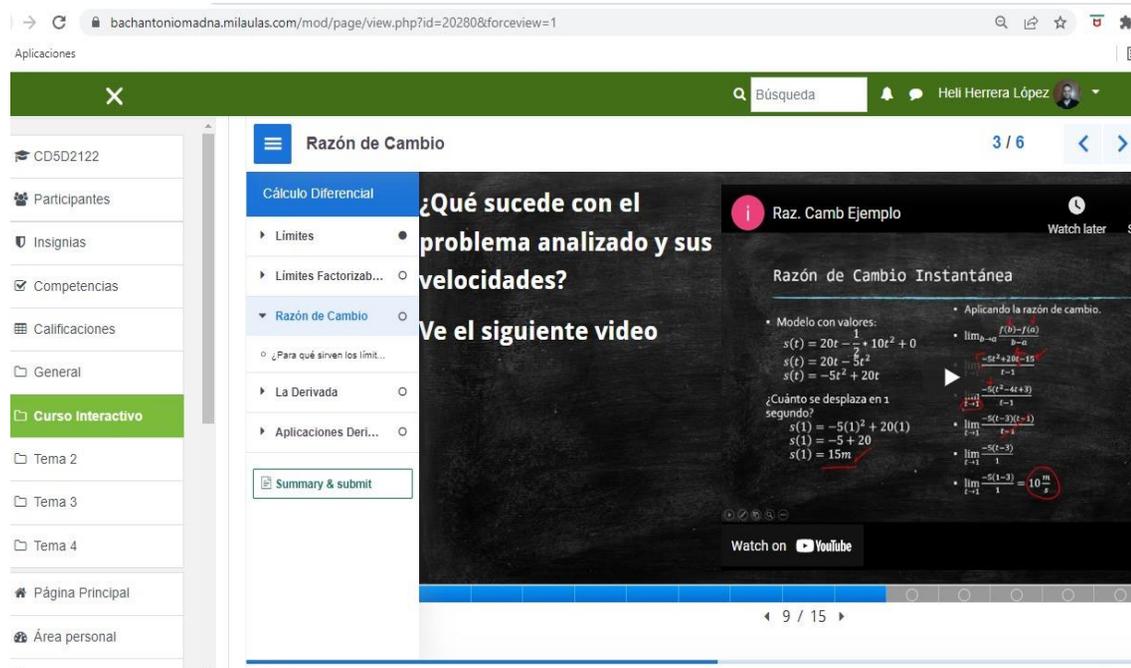
Nota: Elaboración propia

En las mejoras relativas a las herramientas auxiliares, se consideraron las recomendaciones realizadas por los participantes sobre la necesidad de tener más material de apoyo para repasar los contenidos. Por ello, se incluyeron dentro del objeto de

aprendizaje, más ejercicios prácticos con apuntes provistos en clase, lo cual permitía a los jóvenes repasar de manera constante los ejercicios que desearan. En la figura 7.11, se muestra un ejemplo.

Figura 7.11

Videos de clase adicionales



Nota: Elaboración propia

En el caso del material adicional, aunque la mayor parte del mismo fue realizada en forma de video ya que eran sesiones de clase. Se adecuó la calidad del video para que no fuera un elemento con mucha carga de información de datos, de igual manera se contempló la duración de los mismos, acotándolos a 4 minutos con el objetivo de generar un menor impacto en los estudiantes tal como se muestra en la figura 7.12. Cabe señalar que, esta sección sigue siendo opcional y no era un elemento medular dentro del objeto de aprendizaje.

Figura 7.12

Material adicional de clase



Nota: Elaboración propia

Finalmente, se incluyó una sesión de comentarios y sugerencias dentro de la plataforma institucional, la cual permite que los participantes comenten ahí sus inquietudes, problemas o dificultades que presenten tanto en la información provista dentro del contenido, como dentro de los problemas tecnológicos del objeto o de la plataforma escolar. Esto surge como recomendación de los participantes, quienes comentaron que, identificaban los problemas al momento, pero los reportaban en fechas posteriores o en algunos casos los olvidaban.

Consolidando las observaciones realizadas y las mejoras incluidas, se propuso un nuevo objeto de aprendizaje nuevamente construido dentro del software H5P contemplando un esquema dinámico, interactivo y con un conjunto de representaciones y registros para consolidar un aprendizaje significativo en los participantes del curso de cálculo diferencial.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez que se aplicó la metodología referida y se completó el diseño instruccional, es necesario analizar cada uno de los elementos obtenidos dentro de las fases propuestas dentro del proceso interventivo. La primera fase consistió en la aplicación del diagnóstico, el cual brindó la información necesaria para la creación del diseño instruccional.

Posteriormente, se utilizó un diario de campo que permitió conocer cada una de las acciones que se realizaron a la par del diseño instruccional. De esta manera se clasificaron los recursos, materiales y aprendizajes manejados durante dicha fase. A su vez se utilizaron dos instrumentos para analizar los datos proporcionados por los estudiantes cuantitativamente (cuestionario) y cualitativamente (entrevista) con ello se visualizó el impacto de las acciones emprendidas directamente en el aprovechamiento académico de los estudiantes.

Finalmente, para analizar el proceso interventivo se utilizó un cuestionario que permitió conocer los detalles metodológicos percibidos por los estudiantes a lo largo del diseño y cada una de sus fases. Esta información permite la renovación y actualización de las actividades para una mejora del proceso. A continuación, se analiza cada una de las fases desarrolladas.

8.1 Diagnóstico

Para la primera fase, se aplicó un cuestionario como instrumento de recolección el cual se dividió en dos aspectos, el primero consistió en analizar los aspectos cualitativos como la perspectiva de los jóvenes respecto a los cursos previos de matemáticas, los factores positivos o negativos de los mismos, así como el nivel de dificultad que han experimentado a lo largo de su etapa escolar en el nivel medio superior. Cabe señalar que en esta primera etapa también se incluyeron categorías socioeconómicas que permitieron conocer el contexto en el que se lleva a cabo el proceso interventivo.

Para la segunda dimensión del cuestionario, se analizaron los niveles de desarrollo procedimental en ejercicios propios de cálculo diferencial, así como los niveles de comprensión y el uso de registros semióticos en el proceso resolutivo de problemáticas. Para ambos factores, se categorizaron 4 niveles: i) incomprensión, ii) planteamiento del

ejercicio o problemática, iii) desarrollo procedimental y iv) respuesta esperada. Cabe señalar que los registros se visualizan dentro de los niveles tres y cuatro debido a que es en este momento donde se aprecia si el resolutor maneja diferentes representaciones o solo se basó en una.

El instrumento se aplicó a 60 estudiantes del área propedéutica de físico – matemáticas de un bachillerato ubicado en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Cada uno de los participantes firmó los acuerdos consensuados sobre el uso de información y se les recordó que sus datos personales, así como la información obtenida será salvaguardada mediante un acuerdo de confidencialidad. Por ello los participantes fueron asignados como A1, A2, A3 y así sucesivamente hasta A60.

Dadas las condiciones sanitarias en las que se encuentra el país derivado de la pandemia de Sars Cov-2, el instrumento fue aplicado de manera virtual a través de un formulario de Google para la primera sección y para la segunda se incluyó una actividad dentro de la plataforma institucional para que los jóvenes depositaran en ese apartado sus procedimientos. El tiempo asignado para responder el cuestionario fue de 2 horas los cuales fueron divididos en dos días cada uno de una hora para que los jóvenes no tuvieran problema alguno de cansancio o fatiga por el tiempo transcurrido frente al dispositivo electrónico.

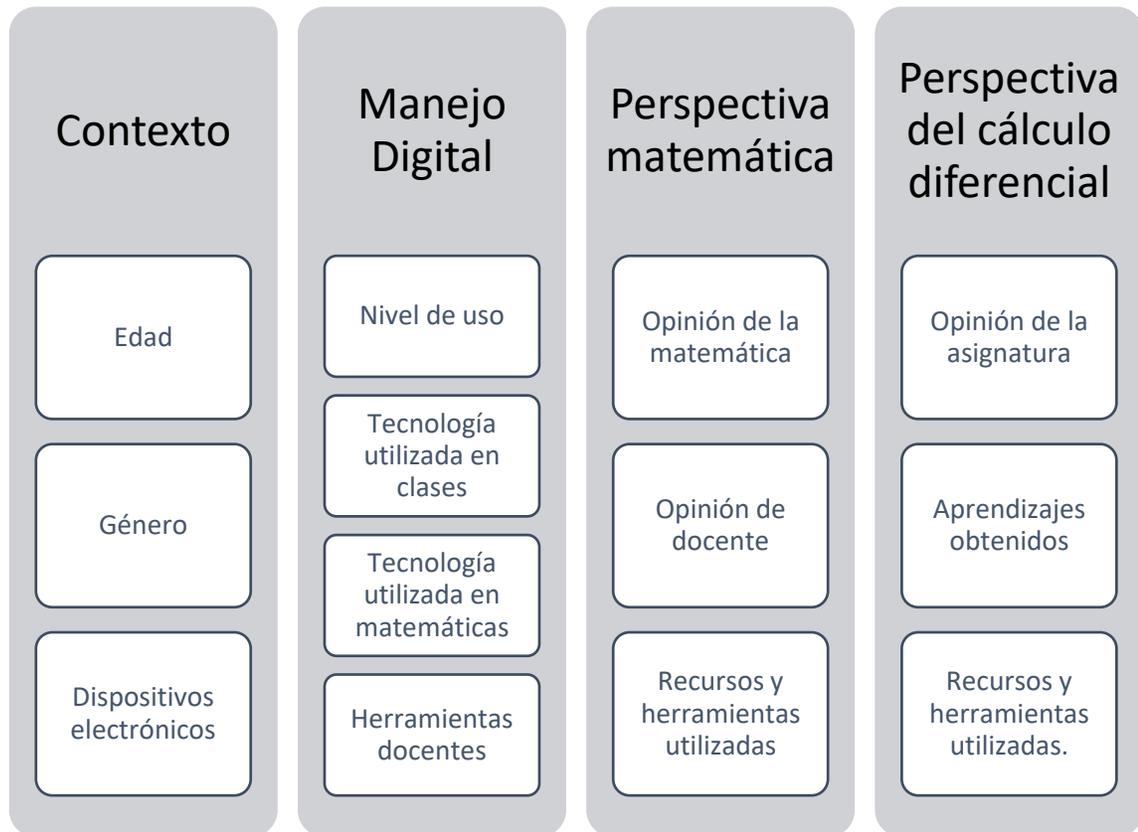
Durante la aplicación de ambas fases no se presentaron incidencias sustanciales, solo teniendo problemas para subir los archivos debido al peso máximo permitido por la plataforma. Ante esta situación, se les pidió que subieran el archivo en el servicio de nube de su preferencia y solo compartieran el enlace en el apartado asignado en la plataforma.

8.1.1 Primera sección del diagnóstico

La primera sección del cuestionario diagnóstico contempló cuatro dimensiones por analizar: i) contexto, ii) Manejo digital, iii) Perspectiva de la matemática y iv) Perspectiva del cálculo diferencial. En la figura 8.1, se muestra a detalle los ítem que se consideraron para cada una de las dimensiones:

Figura 8.1.

Dimensiones del diagnóstico.



Nota: Elaboración propia.

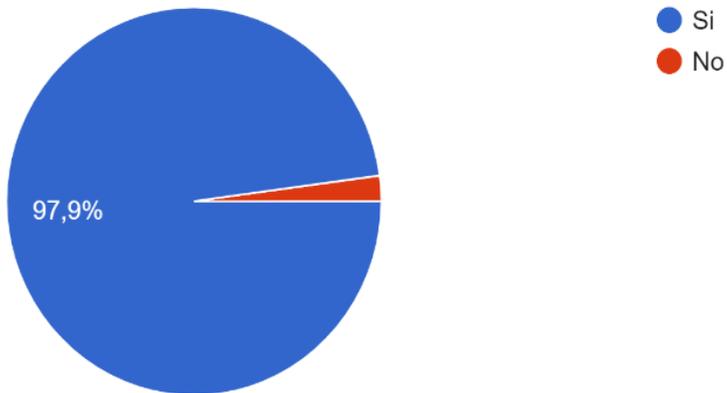
En la dimensión contextual se encontró que la media de la población fue de 17.3 años mientras que de los 60 participantes 46 fueron hombres por 14 mujeres. Un aspecto relevante dentro de esta categoría se encontró en los dispositivos electrónicos ya que prácticamente todos los participantes comentaron tener una conexión a internet en casa (59 de 60), de igual manera al visualizar la siguiente figura 8.2 se logra percibir que los jóvenes poseen en su mayoría un teléfono inteligente.

Figura 8.2.

Adquisición de smartphones por estudiante.

¿Cuentas con un smartphone (teléfono inteligente)?

47 respuestas



Nota: Elaboración propia.

Otro aspecto importante del contexto de los jóvenes es la manera a la que acceden al internet, donde resalta nuevamente los smartphones como dispositivo con mayor predilección, véase tabla 8.1. Esta información es útil para la futura planeación de contenidos dentro del diseño instruccional ya que no todos los software educativos o matemáticos son aceptados para este tipo de tecnología.

Tabla 8.1.

Conectividad a internet por dispositivo

De los dispositivos electrónicos que hay en tu hogar. ¿Cuál fue el que más utilizas para realizar las actividades virtuales de la escuela?				
Laptop	Computadora Escritorio	Tableta	Teléfono móvil (Celular)	Otro
3 (5%)	18 (30%)	5 (8%)	34 (57%)	0

Nota: Elaboración propia.

Para la dimensión del manejo digital, resultaba necesario conocer el nivel de dominio que poseen los participantes desde una perspectiva autocrítica, bajo esta condición los estudiantes al preguntarles sobre el nivel de dominio que consideran que alcanzan, mencionan tener una habilidad media sobre el uso de dichas herramientas. En la siguiente tabla 8.2 se muestra esta información.

Tabla 8.2.

Nivel de dominio tecnológico

De manera sincera y honesta, del conjunto de software que utilizas para realizar tus actividades escolares. ¿Cuál crees que sea tu nivel de dominio sobre dichas herramientas?				
Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente	Muy deficiente
3	7	33	11	6

Nota: Elaboración propia.

Por su parte respecto a los software que utilizan para la entrega de sus actividades, los jóvenes muestran una mayor preferencia por el procesador de textos Word, así como por el formato de documento portátil (PDF) como principales herramientas para adjuntar sus trabajos y ejercicios, cabe señalar que en esta categoría se dejó abierta para todas las diferentes asignaturas, no solo para matemáticas.

Para el caso específico de matemáticas los jóvenes mencionaron casi en su totalidad (56 menciones) que sus docentes no utilizaban tecnología como parte de las clases, pero que en ciertos momentos les requerían actividades o proyectos donde hacían uso de este tipo de herramientas. Del conjunto de aplicaciones matemáticas los jóvenes tienen una mayor incidencia en el manejo de GeoGebra, con más de la mitad de menciones tal como lo indica la tabla 8.3.

Tabla 8.3.

Uso de software matemático

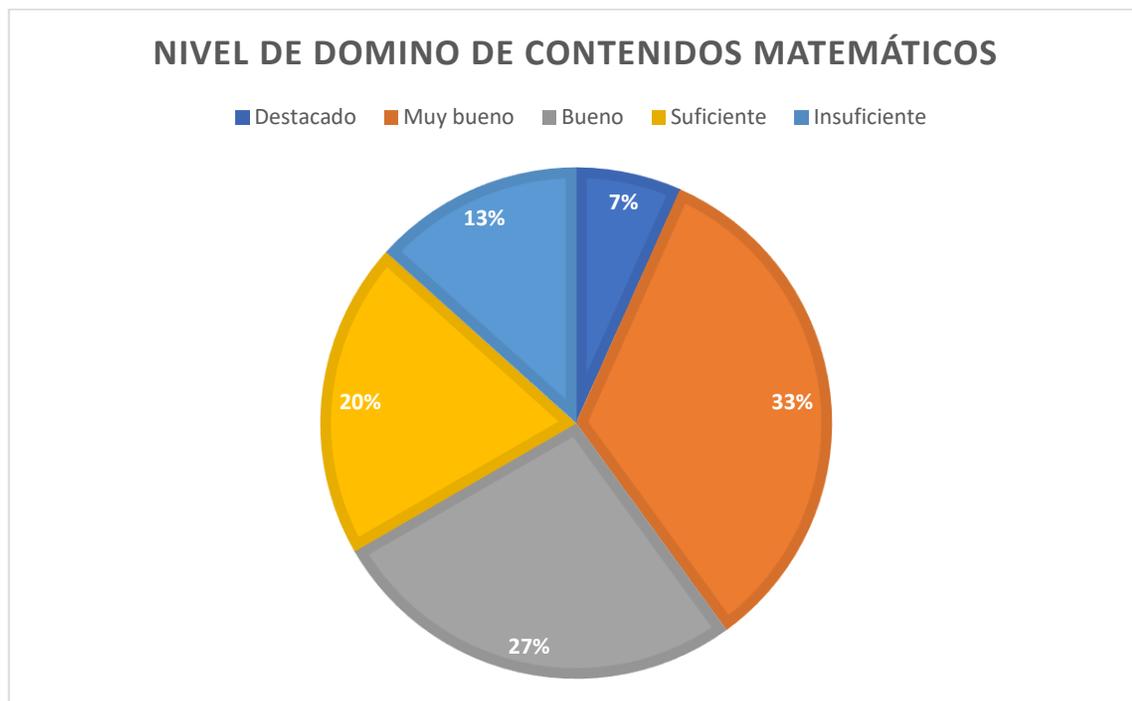
¿Cuál de los siguientes softwares matemáticos prefieres utilizar?			
GeoGebra	WolframAlpha	Photomat	Derive
32 (53%)	9 (15%)	7 (12%)	10 (17%)

Nota: Elaboración propia.

Por su parte la dimensión de la perspectiva matemática permite conocer la visión que tienen los jóvenes respecto a sus docentes. Para estos casos se analizó la opinión sobre sus maestros previos de matemáticas, los cuales tuvieron una buena aceptación con menciones positivas en su mayoría (42 participantes de 60). Por otro lado, un factor que resulta interesante fue su concepción sobre su nivel de conocimientos de la matemática, donde a pesar de los altos índices de reprobación mencionaron tener un buen nivel de dominio, tal como se muestra en la figura 8.3.

Figura 8.3.

Dominio de los contenidos matemáticos



Nota: Elaboración propia.

En cuanto al manejo de recursos tecnológicos dentro de las sesiones, los jóvenes nuevamente recalcaron que, sus maestros no acostumbraban usar este tipo de elementos, ya que solamente 4 jóvenes comentaron que sus docentes utilizaban un software (en todos los casos fue GeoGebra) para mostrarles la manera en la que se visualizaba una gráfica.

Por último, en la dimensión sobre la perspectiva del cálculo y la incorporación de nuevas herramientas digitales, los jóvenes concordaron en su totalidad que, utilizar software o aplicaciones son benéficas para los cursos de cálculo. En la tabla 8.4, se muestra cada uno de las cualidades que los jóvenes describieron sobre los efectos que incorpora la tecnología a las sesiones del curso:

Tabla 8.4.

Ventajas de usar tecnología en cálculo

Cualidad	Menciones
Mejor comprensión de los temas	13
Mejor desempeño	5
Mejor calificación	18
Mayor atención	6
Clases más dinámicas	8
Mayor interés en los temas	6
Más divertida	4

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, la opinión sobre el nivel de dificultad que los jóvenes experimentaron en el curso de cálculo diferencial arrojó nuevamente información divergente debido a que, los jóvenes en su mayoría perciben un curso fácil, pero sus resultados académicos muestran una tasa elevada de reprobación (46%). En la siguiente tabla 8.5 se muestra este elemento.

Tabla 8.5.*Nivel de dificultad del curso de cálculo diferencial*

De acuerdo con tu opinión personal. ¿Qué nivel de dificultad le asignarías al curso de cálculo diferencial considerando las actividades y contenidos visualizados?				
Muy fácil	Fácil	Ni fácil ni difícil	Difícil	Muy Difícil
36	15	3	5	1

Nota: Elaboración propia

8.1.2 Segunda sección del diagnóstico

En la segunda parte del diagnóstico, se analizaron las habilidades procedimentales para resolver diferentes ejercicios propios del curso, así como el nivel de registros que utilizaron para resolver una problemática contextualizada. Para la primera parte, se utilizaron las 4 operaciones consideradas básicas dentro del cálculo diferencial: suma y resta, multiplicación, división y regla de la cadena.

En esta sección se visualizó una concordancia con las investigaciones como la de Álfaro y Fonseca (2019) donde mencionaban que los jóvenes están más acostumbrados a resolver un número considerable de ejercicios, lo cual queda demostrado en los resultados de la tabla 7.6. La operación que obtuvo la mayor cantidad de respuestas esperadas fue la suma y resta, por otro lado, la regla de la cadena fue la que tuvo valores menores.

Tabla 8.6.*Ejercicios de derivación*

Número de participantes con respuestas esperadas por ejercicio			
n=60			
Suma y resta	Multiplicación	División	Regla de la Cadena
58	34	31	17

Nota: Elaboración propia

Estos resultados resultan paradójicos debido a que, al continuar con la sección de las problemáticas, ambas son funciones de suma y resta y una de ellas utilizaba la misma función que se les aplicó en el ejercicio de derivación de la sección previa. Los resultados siguientes muestran los niveles de desarrollo procedimental alcanzados en cada problemática. A continuación, se muestra la diferencia entre los niveles:

- Nivel I (Incomprensión): En este nivel los estudiantes no contestan la problemática o en su defecto solo realizan breves anotaciones.
- Nivel II (Planteamiento): Aquí los jóvenes plantean el modelo matemático sin llegar a dar solución a la problemática.
- Nivel III (Desarrollo): En este nivel los jóvenes desarrollan la problemática a partir del modelo obtenido y comienzan a dar solución, sin llegar a la respuesta esperada debido a algún problema aritmético, algebraico o variacional.
- Nivel IV (Resultado): En este nivel los estudiantes obtienen la respuesta esperada sustentada a su modelo planteado.

En la siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos en ambos problemas:

Tabla 8.7.

Nivel de desarrollo procedimental en el primer problema contextualizado.

Problema 1. Un balón es lanzado desde una altura inicial de 2m con una Voy de 30m/s. Si la gravedad se redondea a $g = 10m/s^2$ determina la altura máxima que alcanzó el balón y el tiempo en que lo consiguió.			
Nivel I. Incomprensión	Nivel II. Planteamiento	Nivel III. Desarrollo	Nivel IV. Resultado
34	12	3	1

Nota: Elaboración propia.

Tabla 8.8.

Nivel de desarrollo procedimental en el segundo problema contextualizado.

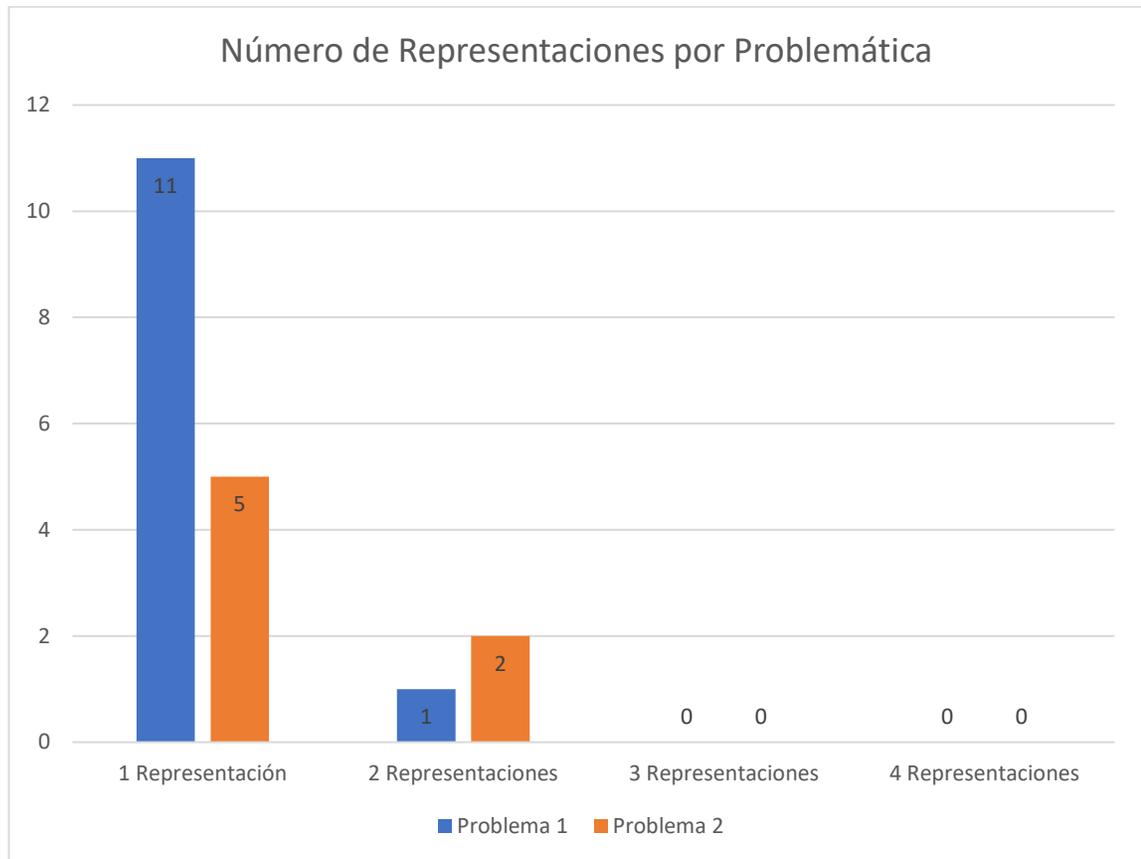
Problema 2. Se están construyendo cilindros para la recolección de basura orgánica en una institución educativa. La hoja de material reciclado (PET) tiene un perímetro de 6m, si ésta es de forma rectangular y los botes no contarán con tapas ni con bases. Determina las medidas que optimicen el volumen del bote.			
Nivel I. Incomprensión	Nivel II. Planteamiento	Nivel III. Desarrollo	Nivel IV. Resultado
42	7	2	0

Nota: Elaboración propia.

En ambos casos los valores obtenidos muestran que los participantes no logran obtener la respuesta esperada en ambos casos. En su mayoría se quedan en el primer nivel, donde usualmente dejan en blanco el inciso o solo anotan los datos proporcionados. Lo cual evidencia una falta de conexión entre la parte procedimental con la conceptual. Por otro lado, al analizar los registros utilizados en ambas problemáticas por parte de los jóvenes, se encuentra que solamente usaron un solo registro en sus procedimientos, el algebraico. En la siguiente figura 8.4 se muestra esta situación:

Figura 8.4.

Representaciones por problema



Nota: Elaboración propia.

Para poder conocer el motivo por el que no contestaban los problemas se les pidió a los participantes que anotaran al final de su cuestionario la situación que ocasionó que no intentaran resolver la problemática planteada, siendo el factor más común la no comprensión del problema, así como el no recordar cómo se realiza. Estos datos son importantes ya que permiten evidenciar la falta de conexión entre las habilidades procedimentales y conceptuales.

Para finalizar la prueba se les hizo una pregunta final. ¿Qué es una derivada? Siendo 2 jóvenes los únicos que dieron una respuesta cercana a la esperada. En la siguiente tabla 8.9, se muestran las respuestas más comunes.

Tabla 8.9.

Concepciones de los objetos

Con tus propias palabras, ¿Cómo defines o entiendes el concepto de derivada?	
Un conjunto de fórmulas	41
La pendiente de una recta	9
Aquello que sirve para encontrar los máximos de una función.	5
La velocidad de un cuerpo o su aceleración	3

Nota: Elaboración propia.

Estos últimos resultados reafirman la falta de comprensión del objeto mismo, más de la mitad de los participantes infieren que la derivada es un conjunto de fórmulas, lo cual muestra que los docentes en turno brindaron mayor atención a la parte procedimental de la derivada y dejan de lado la noción del concepto mismo, así como un mejor conocimiento de las diferentes aplicaciones que pudiera presentar el mismo. Cabe señalar que dentro de las respuestas se perciben comentarios cercanos a la aplicación de una derivada, pero sin llegar a expresar el significado propio del concepto.

8.2 Cuestionario

Una vez terminado el diseño instruccional, se procedió a aplicar un cuestionario tanto al grupo control como al grupo experimental, con el fin de analizar el desempeño de ambos participantes contrastando metodologías. En ambos casos se les pidió un consentimiento informado (Anexo III) el cual fue firmado tanto por sus padres como por ellos debido a que en los dos grupos los participantes eran menores de edad. Se les reiteró que la información sería confidencial y que se guardaría el anonimato en sus resultados.

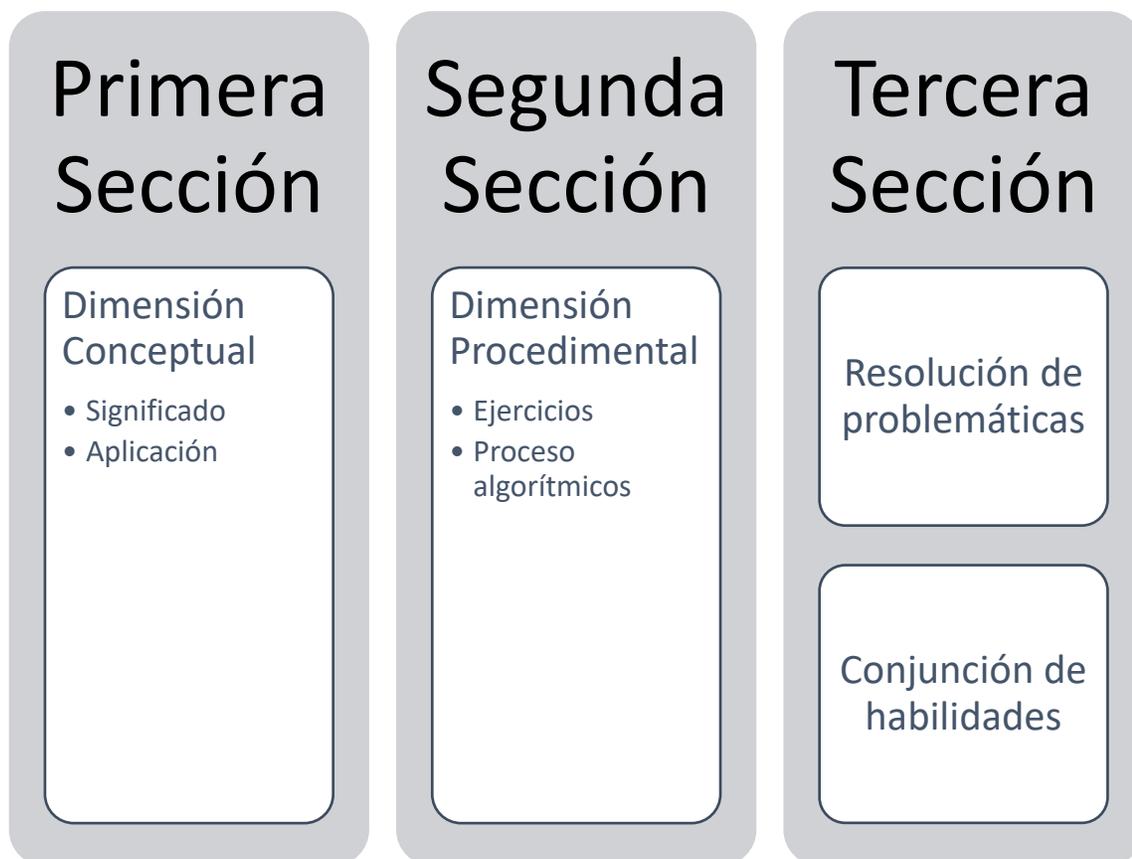
Para el caso del grupo experimental, participaron en la prueba 28 estudiantes de los cuales 20 corresponden a hombres y 8 a mujeres. Por otro lado, en el grupo control se presentaron 24 hombres y 6 mujeres. En ambos casos tuvieron un límite de 2 horas para

contestar la prueba, destacando el hecho de que no fue necesario tiempo adicional debido a que todos lograron culminar antes del tiempo asignado.

El cuestionario se compone de 3 secciones, siendo la primera la relativa a las nociones conceptuales del cálculo diferencial, donde se les preguntó el significado y utilidad de los constructos vistos en el curso. La segunda parte corresponde al análisis de los elementos procedimentales del curso, donde se visualizó el procedimiento que siguieron los jóvenes de manera algorítmica para resolver ejercicios de límites o derivadas. Por último, en la tercer sección se aplicaron dos problemáticas donde se analizó la comprensión de los objetos matemáticos a través de la resolución de situaciones donde aplicarían sus conocimientos procedimentales en conjunción con los conceptuales, véase figura 8.5.

Figura 8.5

Composición del cuestionario



Nota: elaboración propia.

Los resultados obtenidos por ambos grupos se concentraron para ser contrastadas. Los reactivos utilizados fueron los mismos en ambos casos y durante el proceso de resolución no existieron problemas relativos a la solución o entrega del instrumento. A continuación, se muestran los análisis obtenidos en cada sección.

8.2.1 Nociones Conceptuales

La primera parte del cuestionario constó de 4 preguntas las cuales se encontraron orientadas a conocer si el participante conocía el concepto que se le cuestionaba y si comprendía la utilidad del mismo. En el primer cuestionamiento se les inquirió sobre la noción de límite, donde los participantes comentaron desde su perspectiva cual era la definición de límite. Los resultados de la tabla 8.10 muestran que, en el grupo experimental existió una noción más cercana a la concepción real del objeto a diferencia que en el control donde se destaca la cantidad de jóvenes que no contestaron.

Tabla 8.10

Nociones sobre límite

1. Desde tu perspectiva. ¿Qué es un límite?		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada	11 (37%)	16 (57%)
Respuesta parcialmente esperada	9 (30%)	8 (29%)
Respuesta no esperada	6 (20%)	4 (14%)
Sin respuesta	4 (13%)	0 (0%)

Nota: elaboración propia

En la siguiente reactivo al cuestionarles sobre la aplicación de un límite en una situación determinada, los participantes mostraron variaciones entre ambos grupos, siendo el grupo control el que más variabilidad tuvo dentro de sus respuestas, mientras que el experimental mantuvo una noción más homogénea, aunque no llegan a comprender la utilidad y aplicabilidad del objeto matemático en ambos grupos, véase tabla 8.11.

Tabla 8.11

Aplicaciones de los límites

2. ¿En qué situaciones o procesos son utilizados los límites?		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada	4 (13%)	5 (18%)
Respuesta parcialmente esperada	5 (17%)	20 (71%)
Respuesta no esperada	13 (43%)	3 (11%)
Sin respuesta	8 (27%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia

Al explorar el concepto de derivada, el cual guarda una estrecha vinculación con el de límite. Los participantes nuevamente continuaron la tendencia respecto a la primer pregunta, donde los jóvenes del grupo control siguieron teniendo casos sin contestar y los del experimental mantuvieron una inercia de mayor comprensión con más de la mitad de respuestas esperadas y parcialmente adecuadas. En la tabla 8.12, se evidencian los valores obtenidos.

Tabla 8.12*Noción conceptual de la derivada*

3. Desde tu perspectiva ¿Qué es una derivada?		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada	6 (20%)	9 (32%)
Respuesta parcialmente esperada	8 (27%)	15 (54%)
Respuesta no esperada	13 (43%)	4 (14%)
Sin respuesta	3 (10%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia

Para finalizar la primera sección se les planteó a los participantes que mencionaran las aplicaciones de la derivada, siendo los resultados en esta última pregunta semejante a los obtenidos en la relativa a los límites. En el caso del grupo control nuevamente resaltan participantes que no contestaron, así como más del 50% de encuestados que no obtienen una respuesta esperada. Por su parte, los del grupo experimental no consolidan una respuesta plenamente esperada, pero la brindan en su mayoría de manera parcial, tal como se muestra en la tabla 8.13.

Tabla 8.13*Aplicaciones de la derivada*

4. ¿En qué situaciones o procesos puede ser utilizada una derivada?		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental

Respuesta esperada	2 (7%)	8 (29%)
Respuesta parcialmente esperada	9 (30%)	18 (64%)
Respuesta no esperada	15 (50%)	2 (7%)
Sin respuesta	4 (13%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia

Los resultados de esta primera sección muestran concordancia en cada uno de los cuestionamientos, donde se encuentra una tendencia entre los grupos.

8.2.2 Nociones Procedimentales

En la segunda sección del cuestionario se analizó la habilidad procedimental – algorítmica de ambos grupos a través de la resolución de ejercicios de límites y derivadas. En el caso de los límites se propusieron dos ejercicios, el primero de ellos a realizarse a través de una factorización mientras que el segundo se resolvía empleando doble factorización. En las dos situaciones se visualizaban aspectos como la evaluación del límite, la reducción algebraica del mismo mediante la factorización y finalmente la obtención de la respuesta esperada una vez culminado dicho proceso de simplificación.

Los resultados del primer ejercicio muestran una semejanza en ambos grupos, donde casi todos los participantes llegaron a la respuesta esperada, siendo muy pocos los

que tuvieron algún problema de factorización, así como destacar el factor que en ningún caso se presentaron participantes que no contestaran el ejercicio. En la tabla 8.14 se muestran a detalle los valores obtenidos.

Tabla 8.14

Ejercicio 1 Límites

$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x - 3}{x^2 - 9}$		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada	24 (80%)	25 (89%)
Límite factorizado inadecuadamente	6 (20%)	3 (11%)
Límite evaluado (sin factorizar)	0 (0%)	0 (0%)
No contestó	0 (0%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia.

En el caso del segundo ejercicio los participantes para llegar a la respuesta esperada debían factorizar en el numerador y denominador para posteriormente reducir la expresión algebraica y obtener el valor del límite. Nuevamente se tuvieron buenos resultados en ambos casos donde más de la mitad de los jóvenes alcanzaron el valor real del límite, véase la tabla 8.15.

Tabla 8.15*Ejercicio 2 Límites*

$\lim_{x \rightarrow -4} \frac{x^2 + x - 12}{2x^2 - 7x - 4}$		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada	21 (70%)	22 (79%)
Límite factorizado inadecuadamente	7 (23%)	4 (14%)
Límite evaluado (sin factorizar)	2 (7%)	2 (7%)
No contestó	0 (0%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia.

Una vez culminados los ejercicios de límites, se procedió a analizar los casos de derivación a través de dos operaciones básicas dentro del cálculo como lo es la división y la regla de la cadena. Los elementos que se revisaron fueron si los estudiantes empleaban la fórmula adecuada, si simplificaban la expresión algebraica para finalmente visualizar si llegaban a la respuesta esperada.

Para el primer ejercicio se planteó una función racional la cual se resolvía mediante el uso de la fórmula de cociente, los resultados muestran que nuevamente los participantes

en su mayoría obtuvieron una respuesta esperada, aunque a diferencia de los límites, los valores comenzaron a decrecer, véase la tabla 8.16.

Tabla 8.16

Ejercicio 3 Derivadas

$f(n) = \frac{3n + 5}{n^2 - 1}$		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada	18 (60%)	17 (61%)
Resultado sin reducción algebraica	8 (27%)	9 (32%)
Fórmula inadecuada	4 (3%)	2 (7%)
No contestó	0 (0%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, para culminar con la segunda sección se planteó un ejercicio que implicaba el uso de la regla de la cadena, siendo esta operación un elemento característico del cálculo diferencial. En este caso los jóvenes si presentaron mayor cantidad de dificultad para obtener la respuesta esperada, de igual manera aumentó la cantidad de participantes que no emplearon la fórmula de manera adecuada lo cual ocasionó que no llegaran a la derivada de la función, véase tabla 8.17.

Tabla 8.17*Ejercicio 4 Derivadas*

$s(t) = (3t^2 - 2t + 1)^4$		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada	9 (30%)	12 (43%)
Resultado sin reducción algebraica	8 (27%)	10 (36%)
Fórmula inadecuada	12 (40%)	6 (21%)
No contestó	1 (3%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en esta sección mostraron similitud en ambos grupos, siendo solamente el ejercicio de la regla de la cadena el único que muestra una diferencia más significativa en cuanto a resultados, destacando el hecho de que fue en este caso donde se presentó un participante que no contestó ni intentó resolver la derivada de la función proporcionada.

8.2.3 Nociones Aplicadas

En la última sección se analizó la habilidad de los participantes para trasladar los aprendizajes conceptuales en conjunción con los procedimentales para resolver una problemática aplicada. Los indicadores que se consideraron se fundamentan en el método cartesiano (Fillooy, Puig y Rojano, 2008) el cual contempla la manera en la que habitualmente se realiza un proceso de resolución de una problemática a través del uso de una transformación a lenguaje algebraico, es decir, trasladar el lenguaje cotidiano hacia uno matemático.

Al ser problemáticas relativas al cálculo los indicadores varían y se propusieron los siguientes: i) comprensión del texto, ii) lectura y planteamiento de un modelo

algebraico, iii) derivación de la función, iv) obtención del resultado esperado. De esta manera el resolutor debe comprender el texto de la problemática, para posteriormente incluir las variables y plantear un modelo algebraico que permita obtener su derivada y finalmente llegar a interpretar los resultados.

Se plantearon dos problemática que fueran relevantes en el contexto de los participantes, siendo la primera relativa al empleo de una razón de cambio instantánea a través de un tiro libre de un jugador de futbol, mientras que el segundo consiste en la optimización de un proceso mediante la delimitación de un terreno para una zona de recreación.

En el primer problema se les pidió a los participantes que encontraran la altura máxima que había alcanzado un tiro libre a través del uso de los contenidos vistos en el curso de cálculo diferencial. Los resultados mostraron que los participantes del grupo control tuvieron muchas dificultades para plantear el modelo, siendo este el principal factor para que ningún joven llegara al valor esperado. Por otro lado, los miembros del grupo experimental si obtuvieran la respuesta esperada en un porcentaje considerablemente mayor, véase la tabla 8.18.

Tabla 8.18

Problemática Aplicada 1

<p><i>Cristiano Ronaldo realiza un tiro libre a raz de suelo con una Voy de $20 \frac{m}{s}$, considerando la gravedad de $9.8 \frac{m}{s^2}$, determina la altura máxima que alcanzó el balón y el tiempo que tardó en llegar a dicho punto.</i></p>		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada (Nivel IV)	2 (7%)	20 (71%)
Derivada de la función (Nivel III)	2 (7%)	6 (22%)
Planteamiento Modelo (Nivel II)	18 (60%)	2 (7%)

Incomprensión / No contestó (Nivel I)	8 (26%)	0 (0%)

Nota: Elaboración propia.

En el caso de la segunda problemática se planteó una situación donde se tiene que optimizar la medida de un terreno rectangular el cual será dividido para una cancha de fútbol. Para este problema se consolidó nuevamente las preferencias y contexto de los participantes. En cuanto a los resultados, se muestra una semejanza respecto al primer problema donde los miembros del grupo control tuvieron dificultades para trasladar el enunciado hacia un modelo y posteriormente optimizarlo. Por otro lado, el grupo experimental tuvo un índice semejante de respuestas esperadas, pero en decremento a diferencia del primer caso, aunque más de la mitad de los participantes logró llegar al valor esperado realizando el proceso de optimización adecuado, véase tabla 8.19.

Tabla 8.19

Problemática Aplicada 2

<i>Se va a construir una cancha de fútbol rectangular de 440m lineales. ¿Cuáles deberán ser las medidas que maximicen el área de la misma?</i>		
Indicador	Grupo Control	Grupo Experimental
Respuesta esperada (Nivel IV)	3 (10%)	18 (64%)
Derivada de la función (Nivel III)	1 (3%)	7 (25%)
Planteamiento Modelo (Nivel II)	15 (50%)	3 (11%)

Incomprensión / No contestó (Nivel I)	11 (37%)	0 (0%)
--	-------------	-----------

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, se les pidió que escribieran al final de la prueba si habían considerado el tiempo asignado al cuestionario adecuado o si era necesario que se prolongara el mismo. Siendo unánime el sentir de que el intervalo fue el óptimo y no se debió agregar minutos adicionales para su solución. Este parámetro es importante ya que permite saber si los jóvenes completaron con detalle sus respuestas y no brindaron información con apuración derivado de la falta de tiempo.

8.3 Entrevista

La información obtenido a través del cuestionario brinda una perspectiva cuantitativa de los participantes. Sin embargo, hay elementos cualitativos que requieren un mayor análisis para comprender el impacto y acciones generadas por parte del diseño instruccional.

Para completar dicho aspecto se realizaron 10 entrevistas a 6 varones y 4 mujeres, los cuales fueron seleccionados a través de un muestreo por conveniencia, debido a que, por la situación de la pandemia y al ser menores de edad, no todos los tutores accedieron a que sus hijos realizaran la entrevista.

La entrevista constó de 6 preguntas, las cuales establecían un análisis de aspectos relativos a: i) calidad del diseño instruccional, ii) calidad de contenidos, iii) aprendizaje de contenidos, iv) afectividad. En el anexo X se muestran las preguntas realizadas a los participantes y en la figura 8.6 se muestran las dimensiones analizadas en el instrumento.

Figura 8.6

Dimensiones de las preguntas



Nota: Elaboración propia.

En el caso de la primera pregunta: De acuerdo con tu experiencia. ¿Qué te pareció el libro interactivo del curso? Al revisar la percepción de los diez participantes, todos coincidieron en que el curso fue muy bueno y que les agradó la manera en la que se visualizó el curso a través de la plataforma. Sin embargo, tres participantes adicionaron comentarios importantes sobre aspectos que no les agradaron del curso. En la tabla 8.20 se muestran dichos elementos.

Tabla 8.20*Perspectiva del diseño instruccional.*

1. De acuerdo con tu experiencia. ¿Qué te pareció el libro interactivo del curso?		
Participante E4	Participante E7	Participante E10
<p>“Estuvo bien, pues al final me gustó mucho que teníamos a la par de la clase un recurso que se podía ver al mismo tiempo. Había ratos donde me perdía y buscaba en lo que el profe subió. Yo lo único malo que encontré fue que el libro no tenía muchos ejercicios, yo luego hacia los que venían y como que me faltaban otros para seguir practicando, creo que si ponen más estaría mejor”</p>	<p>“Pues a mi me gustó, estaba ahí como algo extra del curso, ya luego si no teníamos la clase o fallaba la conexión, yo me iba inmediatamente al libro y revisaba todo lo que venía del tema. Así iba yo también revisando cada tema, lo que si no me gustó mucho fue que se reiniciaba todo, yo ya llevaba como 18 estrellas y cuando me salía volvía y ya no tenía nada, tenía que volver a empezar para que se me juntaran las estrellas. No se si eso se pudiera mejorar.</p>	<p>“Nunca había tenido un curso así, por lo regular los maestros de antes llegaban y explicaban en su pizarrón. Luego nos perdíamos y ya revisaba donde nos quedábamos. Ya creo que en el siguiente semestre a ver si pudiera incluir más actividades para que pudiera uno ver como se hacen los ejercicios, porque si venían poquitos.</p>

Nota: Elaboración propia.

Para la segunda pregunta, los participantes tuvieron opiniones diversas sobre los aspectos que les agradaron sobre el libro dentro de los que destacan la compatibilidad con cualquier dispositivo móvil, la facilidad para contestar las preguntas, la motivación a través de estrellas y la interactividad con las actividades fueron elementos destacables dentro de sus respuestas, por su parte las modificaciones que proponen coincidieron en factores como

la necesidad de dar incluir un documento que englobe sumariamente todo lo analizado, así como la disminución de material en video el cual desde la perspectiva de los participantes suelen no llamarles la atención. En la siguiente tabla se muestran algunas de las respuestas obtenidas.

Tabla 8.21

Áreas de oportunidad y de crecimiento en el diseño

2. ¿Qué aspectos te agradaron del libro virtual y cuáles consideras que deben modificarse?	
Participante E1	Participante E5
<p>E1: Bueno, este (...) yo creo que el libro tiene cosas bien interesantes, como el poder entrar desde el celular o la compu. Luego los profes mandan cosas en la plataforma y no se pueden abrir o luego sale que no se puede entrar a la página porque el enlace esta roto. Entonces aquí pues yo entraba desde mi celular que ya está también un poco viejo, pero si podía ver todo.</p> <p>Este (...) también me gustó mucho que venían estrellitas, yo veía que me salían al final 12, 15 100 estrellitas y pues salían y yo sentía que mal, mal no estaba.</p> <p>Me dijo que también de lo negativo verdad.</p> <p>Entrevistador: Más que nada, aquellos aspectos que deben mejorarse del libro virtual, desde tu perspectiva.</p>	<p>E5: Aso, pues todo me gustó. Mire yo tuve un profe que nada más de verlo no me daban ganas de ponerle atención. Daba la clase ahí sentado y pues imagínese de mate dando la clase sentado, pues no aprendí nada. Luego con la pandemia pues parecía que estábamos iguales, los profes hablaban y como que se arrullaba uno. Ya cuando empezamos a trabajar y se comentó lo de este recurso, pues a mi si me llamo la atención. Al principio como que no quería, porque me daba miedo, como que sentía que me iba a equivocar y le iban a reportar que me había equivocado y que había vuelto a empezar de nuevo. Ya cuando vimos que no se mandaba nada y que los ejercicios te daban una frase toda así motivadora “Excelente, sigue así” algo así recuerdo que decía, pues yo sentía que al menos estaba repasando y viendo los</p>

<p>E1: Ah ya, ya entendí. Pues la verdad yo si pienso que lo de los videos, a mi como que no me gustan mucho. De las materias del semestre pasado todos dejaban videos y siendo sinceros estaban bien aburridos, yo me perdía, me ponía a ver las sugerencias de videos que aparecen junto y no veía todo. Yo si vi que venían varios videos, pero así, así siendo bien honestos pues no los vi.</p>	<p>temas ya de manera diferente a lo que veíamos en otras materias. Entonces para no seguir hablando.</p> <p>Entrevistador: Tu puedes seguir hablando sin problema, el tiempo que gustes.</p> <p>E5: Gracias, pero a lo que me refería era que, para resumir, yo creo que las frases motivadoras y en sí la manera en la que se presenta el libro fueron algo que a mi me agradó mucho, fue diferente y entretenido.</p> <p>Entrevistador: Y en cuanto a los aspectos de mejora ¿Qué opinas?</p> <p>E5: Yo no considero que sea necesario algo de mejora, aunque lo único que si sería bonito tener sería una ficha o algo que resumiera todo lo que vimos. Para que cuando estudiemos pues vayamos al repaso.</p>
---	--

Nota: Elaboración propia.

La tercera pregunta tiene una connotación directa con el aprendizaje obtenido en el curso de cálculo. Aquí los participantes nuevamente coincidieron con los saberes obtenidos, los cuales desde su perspectiva fueron satisfactorios debido a que el libro virtual les permitió tener el contenido por adelantado y esto les sirvió para tener una primera noción de lo que estaban por analizar, en la tabla 8.22 se muestran unos fragmentos de respuestas.

Tabla 8.22*Aprendizajes obtenidos en el curso*

3. En cuanto a los contenidos del libro virtual. ¿En qué temas consideras que tu aprendizaje fue adecuado?		
Participante E2	Participante E6	Participante E8
<p>E2: El tema que más me gusto fue el de límites, todo lo explicaron bien detallado, con buenas explicaciones y todavía el maestro nos ayudó con algunas explicaciones extras. También el otro tema que me gustó fue el de las aplicaciones de la derivada, porque todo lo que veíamos servía para hacer los proyectos y ya se hacía de lo que quisiéramos.</p> <p>Entrevistador: Y tu ¿De qué temática realizaste tu proyecto?</p> <p>E2: La hice de un tiro de basquet, mi compañero y yo medimos los tiempos y la altura a la que lanzamos el balón y ya nos quedó el proyecto. La gráfica se veía</p>	<p>E6: Todos los temas cumplieron con mi aprendizaje, de cada uno tuve buenos aprendizajes y sentí que se vio reflejado con las calificaciones que tuve. En mis semestres previos de mate siempre sacaba 7, 8, últimamente 9 por esto de que estamos virtuales, pero pues la verdad sacaba 9 y no sentía que aprendía. Yo en este curso cada tema me ayudó, entendí con las explicaciones y me sentí más cómodo con la manera en la que revisamos los temas, eso sí, lo de máximos y mínimos si estuvo difícil.</p>	<p>E8: Creo que el mejor de todos fue el de límites, yo escuchaba que los profes hablaban de la factorización y yo pues no entendía, y pues cierras los ojos y ya estas en quinto y sin saber nada. Yo se que lo de la factorizada no es del curso, pero pues forma parte de los límites y hasta aquí aprendí a factorizar, eso siento que me va a ayudar en la universidad, porque no creo que me fuera a ir bien si llegaba sin saberle a los términos comunes o las diferencias de cuadrados.</p> <p>Entrevistador: Y en cuanto a límites, aparte de la factorización. ¿Hay otro elemento que destaque?</p>

<p>igual que el tiro, lo vi porque grabamos la escena.</p>		<p>E8: Lo de las tablas y las gráficas. O sea vez que te da el límite $3/2$ y pues en la gráfica también y en la tablita esa de los ceros y nueves también (risas) perdón pero no me acuerdo de como se llama,</p> <p>Entrevistador: Tabulación fina</p> <p>E8: Eso, ándale eso era. Entonces pues te ayuda porque sabes que estas bien en tu respuesta.</p>
--	--	--

Nota: Elaboración propia.

En el caso de la cuarta pregunta, el tema más complicado fue el de la derivada. La extensión de los contenidos, las diferentes fórmulas, la falta de tiempo y de ejercicios fueron elementos que se obtuvieron durante la entrevista. Dentro de los comentarios, también se encontraron sugerencias para el diseño instruccional, donde algunos participantes comentaron la necesidad de incluir más ejemplos y actividades, aspectos que se retoman en la siguiente tabla.

Tabla 8.23.

Aprendizajes no esperados.

<p>4. En cuanto a los contenidos del libro virtual. ¿En qué temas consideras que tu aprendizaje no fue el esperado?</p>		
<p>Participante E1</p>	<p>Participante E5</p>	<p>Participante E10</p>

<p>E1: Creo que de todo lo que se vio el de la derivada fue el que más me costó. Yo solo veía que salían muchas fórmulas y no sabía donde se usaban o cómo. Ya llega el momento en el que me sentía confundido y nada, (se ríe) y ya después el problema era que había que reducir lo que daba y si me costaba.</p>	<p>E5: Todos estuvieron bien, yo sentí que aprendí en este semestre mucho, cosas que no sabía de álgebra o de geometría, a mi si me ayudaron y como que me quedaron más claros. Lo malo es que pues ya estoy en mi último año y me faltaron más cursos así.</p>	<p>E10: Aso (...) pues así, siendo bien sinceros, yo pienso que, (...) el de las derivadas, no vayan a pensar que no aprendí, pero es que era mucho. Llegaba el punto en el que no sabía si era con la fórmula de seno o coseno y si es que también iba la de la cadena o la multiplicación. Me tocaron ejercicios donde se usaban como tres fórmulas. Entonces pues te llegabas a enredar un montón. Entonces pues si fue complicado en cierto momento del semestre.</p>
<p>Entrevistador: Y dada esta circunstancia, ¿Qué crees que te hubiera auxiliado?</p>	<p>Entrevistador: Y analizando a profundidad, ¿Crees que hubo un tema que requirió mayor atención de tu parte?</p>	<p>Entrevistador: Considerando tu comentario. ¿Qué propondrías que se incluyera para que mejorara tu aprendizaje?</p>
<p>E1: Yo creo que una tabla o un archivo donde se vieran todas las fórmulas de manera ordenada. También yo creo que más ejemplos para que se logre visualizar mejor, pero en si todo estuvo muy bien, solo eso si se pudiera incluir.</p>	<p>E5: Las derivadas quizás porque luego llegaba a confundirme en ciertas fórmulas, cuando teníamos derivadas complejas no sabía si era con multiplicación con la regla de la cadena, pero ya si ponías atención podía ver que si había un orden en los ejercicios.</p>	<p>E10: Analizando así a detalle, pues (...) hídole, pues algo como la infografía del final, donde venga un ejemplo de cada</p>
	<p>Entrevistador: Contemplando esto que me</p>	

	comentas, ¿Qué sugerencias propondrías para un mejor aprendizaje? E5: Pues yo creo que más ejercicios, ya si haces más como que vas agarrando práctica y te va quedando más claro.	fórmula y así para que lo veas y ya sepas que estas realizando. Eso sería lo que yo propondría, pero si eres disciplinado y ordenado yo siento que no necesitas de cosas así, solamente tienes que poner de ti.
--	--	---

Nota: Elaboración propia.

Para la quinta pregunta, los participantes dieron una serie de procesos que siguieron para abordar el contenido del libro virtual. Esto permitió conocer la manera en la que organizaban mental y procedimentalmente sus actividades y aprendizajes. Dentro del panorama visualizado se encontraron participantes que primero visualizaban las cápsulas y éstas les servían como un primer acercamiento al tema, así como aquellos que solamente las veían para casos donde requerían un apoyo final de repaso e incluso aquellos que los manejaron como un repaso general para consolidar sus aprendizajes. A continuación, en la tabla 8.23, se muestran dichos aspectos.

Tabla 8.24

Procesos de aprendizaje en los participantes.

5. ¿Cómo fue la manera en la que analizaste el libro virtual durante el curso?		
Participante E2	Participante E3	Participante E7
E2: Cuando vi el libro vi el montón de cápsulas y vi que estaban organizadas según el encuadre que nos dieron. Entonces empecé a ver las cápsulas primero	E3: Yo revisaba el contenido después como a manera de repaso. Ya veía como lo hacía el profe y me iba guiando con el material para hacer las tareas. Es	E7: Si le estuve variando, al principio las hacía al final de cada tema y pues más o menos la llevaba. De ahí pues que agarro y veo que no más no y que salía

<p>antes de que viéramos el tema y eso me ayudó mucho porque pues veía antes como era el tema y como que me adelantaba al profe ya para ganarle un poco al tiempo y así tener como que una mejor comprensión.</p> <p>Entrevistador: Y dada esta condición, ¿Crees que fue de beneficio realizar esta estrategia?</p> <p>E2: Si, un montón. Ya cuando se veía eso de las derivadas pues ya tenías una primera idea de cómo se hacía, y pues así cuando el profe explicaba pues ya no era difícil entenderlo. Mi calificación fue en gran parte por hacer esto.</p>	<p>como si tuviera un profe particular ahí junto y pues en muchas veces veía la actividad y comprendía que era necesario ver nuevamente la diapositiva o el video para ver que se tenía que hacer. Yo si me sentí cómodo así con esto.</p> <p>Entrevistador: Y dada esta condición de trabajo, ¿Crees que fue de beneficio realizar dicha estrategia?</p> <p>E3: Claro que sí, pues así fue como me sentí más cómodo, ya así sin problemas de entendimiento o de como realizar las cosas. Esto pues te ayuda a tener mejores calificaciones, yo aquí saqué 8 y aunque no fue el 10, pues es como dice el profe, el número no te define y a mi me define lo que aprendí en este curso y eso fue lo bonito, aprender.</p>	<p>mal porque no estaba haciendo bien las cosas ni les ponía atención y ya tuve que cambiarle para que quedara mejor. Ya ahí le modifiqué y las empecé a hacer al inicio, ya esto me servía y también cuando era lo del examen pues otra vez me volvía a meter y a contestar los ejercicios. Como quien dice, las hacia doble, pero el profe me decía que las veces que yo quisiera yo podía entrar y pues así le hice.</p> <p>Entrevistador: Y dada esta condición de trabajo, ¿Crees que fue de beneficio realizar dicha estrategia?</p> <p>E7: Si, pues al prueba y error si le estuve batallando, pero si me dio resultados. A veces creo que es más el compromiso que otra cosa, porque si eres bien comprometido y haces las cosas bien pues bien que se ve lo que estas</p>
---	---	--

		aprendiendo, pero si ayuda mucho hacer estos cursos así.
--	--	--

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, en la última pregunta los participantes coincidieron todos en la importancia de realizar más cursos bajo esta modalidad. De esta manera se escucharon opiniones como tener más asignaturas en este esquema, recursos que tuvieron más interactividad, matemáticas que si saben para que son e incluso la petición de que el siguiente curso sea impartido por el docente bajo el mismo enfoque. Este conjunto de visiones se muestra en la siguiente tabla 8.25.

Tabla 8.25

Procesos de aprendizaje en la modalidad.

6. ¿Qué te pareció el curso de cálculo diferencial bajo esta modalidad?		
Participante E6	Participante E4	Participante E9
E6: Me gustó mucho, yo quiero felicitar al profe por todo el apoyo. Muchos teníamos muchas dudas para usar el programa y el libro y el dispuso siempre tiempo y atención para que comenzáramos a utilizarlo. El libro fue excelente, me gustó mucho aprender cálculo así, nunca lo había imaginado y eso fue algo bien dinámico y me ayudó a tener mejores	E4: Fue diferente, pero para bien. Antes pues las clases de mate virtuales eran solo escuchar y ver al profe a ver que hacía. Y pues no pones la misma atención, te pierdes y ya a mi no me quedaban ganas de estar en clases, porque así sin poner nada de esfuerzo sacaba 9 o 10 y pues así como que te desmotivas. Así que, en este curso pues tuve una	E9: Yo quiero agradecer al profe por la invitación en participar en este curso. Al principio pues tenía nervios de saber como era, pero después de unas clases vi que el libro virtual era mi mejor complemento. Si pudiera yo pediría que el profe repitiera y nos diera otra vez el curso que sigue con esta técnica para que así me lleve un buen recuerdo de la prepa porque

<p>conocimientos. Muchas gracias por este tipo de apoyo.</p>	<p>versión bien diferente y que me ayudó a valorar este tipo de tecnología. A veces piensas que las cosas virtuales son malas, pero este libro nos ayudó a ver que podemos aprender de diferente manera.</p>	<p>en estos dos años la verdad no he tenido una buena experiencia con la pandemia y la virtualidad. Muchas gracias por su apoyo y por el recurso profe.</p>
--	--	---

Nota: Elaboración propia.

Finalmente, los resultados muestran que los participantes mostraron en todo momento una concordancia tanto en sus opiniones expresadas por medio de la entrevista, como en las respuestas proporcionadas dentro del cuestionario. Sin embargo, las respuestas expresadas de manera oral, permitieron conocer aspectos que dentro del primer instrumento no se detectaron, como fueron los aspectos afectivos. Esto sin duda conlleva un elemento adicional al proceso de enseñanza y aprendizaje.

El análisis y revisión de la dimensión actitudinal juega un papel de consideración dentro del aprendizaje. Rivera y Lezama (2011) muestran a detalle el impacto emocional en la disciplina matemática donde elementos como el desarrollo adecuado de competencias afectivas dentro del proceso formativo, tiene una mejora en el desempeño y desenvolvimiento de los estudiantes.

9. DISCUSIÓN

Una vez que se analizaron los resultados, es viable realizar un análisis de todos los elementos recolectados. Factores encontrados en diferentes etapas del proyecto como lo son el diagnóstico, la construcción del diseño instruccional, la implementación del mismo, la nueva elaboración de contenidos, así como la información que proporcionaron los participantes a lo largo del proceso interventivo crean un espacio para la reflexión relativa a los aportes que esta investigación ha promovido.

Los resultados obtenidos muestran tres factores importantes. El primero es relativo al desempeño de los estudiantes en el aspecto procedimental. Para el caso del grupo control en los participantes se presentaron diferentes dificultades que no permitieron que llegaran a la respuesta esperada, aspecto que quedó documentado también en investigaciones como la de Riego (2013) donde se reflexiona en las causas que ocasionan los altos índices de reprobación. Por otro lado, en el caso del grupo experimental se tuvieron mejores resultados, obteniendo en más de la mitad de los casos participantes con mayor cantidad de respuestas esperadas algo contrastante con lo planteado por Herrera y Padilla (2020) quienes establecían que, si se priorizaba la enseñanza conceptual de los constructos matemáticos, se descuidaban las habilidades procedimentales, situación que en esta investigación no sucedió.

Por otro lado, en la dimensión conceptual el grupo control presentó nuevamente ciertos problemas para definir los objetos matemáticos, así como para explicar la utilidad de los mismos; misma situación expresada en el estudio de Prada y Ramírez (2017) donde expresaban que los estudiantes no cuentan con un proceso adecuado de modelación matemática debido a la falta de comprensión de los conceptos vistos. En el caso del grupo experimental, los participantes tuvieron nuevamente mejores resultados mostrando un mayor acercamiento a la noción del objeto y a las diferentes aplicaciones que pueden desarrollar con el mismo, aspecto que Bressoud et al. (2016) refería como principal causante de los vacíos de conocimientos que presentaban los jóvenes en su etapa universitaria.

En la última sección del cuestionario se analizó el desempeño de los jóvenes al resolver una problemática donde se aplica la derivada. De esta manera, se conjunta la

noción conceptual con la procedimental durante el proceso de solución. Los valores obtenidos evidencian que en el grupo control los participantes no alcanzaron a resolver la problemática, ubicándose en los primeros niveles de solución, resaltan la falta de comprensión del enunciado y la falta de construcción de un modelo para solventar lo propuesto. Este aspecto concuerda con investigaciones como la de Barajas et al. (2018) o la de Prada y Ramírez (2017) quienes estipulaban que los estudiantes no logran resolver problemáticas de optimización o maximización debido a que no tienen una adecuada comprensión de los objetos y sus aplicaciones.

En el grupo experimental los valores mostraron una mejora significativa respecto al control, el desempeño alcanzado por los chicos fue mayor obteniendo niveles de planteamiento, solución y comprobación. Esta situación resultó opuesta a las investigaciones previamente mencionadas, pero concuerda con lo que Herrera y Padilla (2020) mencionaron, donde al construir una mayor cantidad de registros a través de la teoría propuesta por Duval (1993) los jóvenes consolidan una mejor imagen del objeto matemático.

Los elevados índices de reprobación establecidos por Riego (2017); Bressoud et al. (2016); Moreno y Cuevas (2004) por mencionar algunos, han detallado que las dificultades del cálculo en gran medida son debido a la falta de comprensión de los objetos y su aplicación. Por ello, esta investigación muestra una primera ruta de trabajo en la que se crea un espacio para que los jóvenes comprendan la noción conceptual y la conjuguen con su proceso algorítmico para dar solución a este tipo de situaciones.

En cuanto a la inclusión de la tecnología en el proceso formativo se encontró que los jóvenes que formaron parte del diseño instruccional propuesto, tuvieron un mejor desempeño en las pruebas al compararlos con sus compañeros del grupo control. Esta situación resulta concordante con lo que menciona Martínez et al. (2018) quienes de igual manera establecían que introducir objetos de aprendizaje en modalidad virtual brinda una mejora de comprensión de los conceptos.

La construcción de un diseño instruccional sistemático y con una adecuada secuenciación brindó a los participantes un orden y coherencia dentro de su proceso de análisis y reflexión de los contenidos. En las entrevistas se resaltó la importancia que tuvo en los jóvenes el visualizar las actividades enumeradas en secuencia y con una vinculación

con el tema anterior, con ello si un contenido no era comprendido se podía revisar en el momento adecuado gracias a este tipo de cronología. Dicha situación fue contrastante con lo que sucedió con Fonaria et al. (2017) quien detallaba la dificultad que tuvieron sus estudiantes para analizar y organizar sus aprendizajes a través de un curso virtual.

A su vez dentro de los aspectos organizacionales del diseño, se encontró que los estudiantes se sintieron respaldados con la presentación y diseño de los contenidos. En los instrumentos de recolección resaltaron que, dejando de lado su desempeño académico, la forma en la que el diseño se organizó a través de las microcápsulas y respaldado por los tutoriales, apoyos visuales, actividades interactivas y los instrumentos de evaluación, crearon espacio para la reflexión y apertura de los estudiantes los cuales lo expresaron a través de las entrevistas, este aspecto contrastó con lo que estudió Fúneme (2019) quien a pesar de también contar con un impacto positivo y significativo en los estudiantes, la falta de entrega en las actividades fue un elemento difícil de erradicar.

En el desarrollo del diseño instruccional los resultados mostraron una mejora significativa en las tres dimensiones (actitudinal, procedimental y conceptual) que el plan de estudio de DGB (2008) estipula. Al visualizar que los participantes tuvieron un adecuado desarrollo algorítmico, así como una buena vinculación entre procedimientos y constructos teóricos, permitió que los jóvenes comprendieran de mejor manera la utilidad de los conceptos matemáticos del Cálculo Diferencial. Este hecho fue diferente a lo que la investigación de Sevimli (2016) planteaba donde se expresaba que el uso de múltiples representaciones en el abordaje de conceptos propios del cálculo ocasionaba una buena noción conceptual, pero una deficiente habilidad procedimental.

Por otro lado, la accesibilidad al objeto de aprendizaje fue un factor novedoso para los estudiantes, ya que podían entrar al diseño desde su dispositivo móvil, con la facilidad de poder entrar a visualizar el contenido y resolver cada una de las actividades desde cualquier lugar y a la hora que ellos desearan. Un elemento que se destacó fue la compatibilidad automática de la plataforma H5P con el móvil, lo cual permitió que las actividades fueran resueltas sin problema alguno y sin fallas en la visualización. Este hecho concuerda con la visión propuesta por Molina y Romero (2010) quienes también encontraron un conjunto de ventajas relativas al tiempo, optimización y desempeño de los estudiantes mediante este tipo de estrategias.

Sin embargo, aunque los estudiantes tuvieron mayor participación y accesibilidad dentro de la plataforma. No existió un trabajo colaborativo ni comunitario entre los estudiantes, siendo opuesto a lo que Morantes et al. (2019) mencionaron donde se presentó una mayor colaboración y participación activa entre los miembros. Finalmente, a pesar de no tener semejanza, los resultados mostraron desde las dimensiones procedimental, conceptual y actitudinal una mejora considerable de los participantes sin importar este aspecto.

En el aspecto actitudinal se encontraron aspectos muy importantes, por ejemplo, una mejor disposición de los estudiantes para trabajar en las actividades y comunicarse con el docente ante cualquier duda o sugerencia, de igual manera los jóvenes en las entrevistas comentaron que el abordaje del diseño instruccional y sus contenidos crearon un ambiente más dinámico y flexible de trabajo que nunca habían experimentado, lo cual modificó su pensamiento sobre la enseñanza de la matemática y otras disciplinas a fin. Este conjunto de emociones se mostró semejante a lo que Camacho (2011) y Arguedas (2016) comentaban en sus respectivos aportes.

Por otro lado, al reflexionar sobre la estrategia de enseñanza del docente y su vinculación con los estudiantes, se encontraron aspectos de vital consideración. Considerando que, de acuerdo con López et al. (2018) los docentes de cálculo tienen una predilección por una enseñanza magistral, bajo la presentación que tuvo el diseño instruccional y contemplando las actividades propuestas, los resultados mostraron que existe una alternativa al enfoque tradicional para en su lugar incluir actividades centradas en el estudiante.

La construcción de contenido sustentada en el ABP permitió no basar la enseñanza en los procesos algorítmicos cargados con fuerte carga operativa y algebraica, situación detallada en el aporte de Mercedes et al. (2017). De esta manera el diseño construido elaboró problemáticas relativas a los intereses de los estudiantes con el fin de hacerlas más atractivas para ellos. Bajo esta metodología de trabajo se abordó al objeto matemático desde un enfoque de múltiples representaciones y con una visión multidisciplinaria, siendo esto diferente a lo que Iglesias et al. (2018) mencionaba como parte de las problemáticas de la enseñanza del cálculo.

Finalmente, los resultados abren una gran área de oportunidad donde se construya desde un espacio digital, una propuesta centrada en el estudiante con actividades relativas a las preferencias de los mismos y con contenidos interactivos adaptados a la era tecnológica en la que los estudiantes se encuentran, abriendo una gran oportunidad para que cursos de matemáticas de nivel superior se adapten a este tipo de metodología de trabajo.

10. CONCLUSIONES

Los datos recolectados después de un semestre de constante análisis mostraron resultados que permiten crear un espacio para la reflexión la cual se abordará de acuerdo a aspectos como: i) diseño instruccional, ii) actividades; iii) desempeño estudiantes, iv) proyectos por realizar.

10.1Diseño Instruccional

Al analizar las etapas de construcción del diseño instruccional se encontraron aspectos destacables como el desarrollo alcanzado a través del software H5P el cual brindó dinamismo, interacción y apertura a la creación de cada una de las actividades, de esta manera los estudiantes encontraron una serie de contenidos adaptados a sus necesidades y compatibles con sus dispositivos móviles.

En cuanto a la construcción de cada una de las cápsulas, la interfaz del H5P proporcionó una versatilidad y fluidez para la elaboración de cada una de las actividades. Se visualizaban cuestionarios, preguntas de opción múltiple, relación de imágenes, vinculación de textos, entre otras, siendo estas evaluables de manera automática lo cual permitió que los estudiantes conocieran de manera instantánea si sus respuestas eran correctas o no.

Un elemento importante durante la elaboración de las cápsulas fue la creación de una imagen de la escuela en formato de 360°, siendo un factor que incluyó un sentido de pertenencia para los participantes, quienes en su mayoría solo habían estado 8 meses en la institución de manera presencial, mientras que el resto de su estancia fue virtual. Por ello, el ver la escuela y cada una de las áreas que la componen, se convirtió en un factor emocional adicional para la realización de las actividades del curso.

Otro aspecto destacable fue la organización y seguimiento del diseño, el cual al ser implementado bajo una noción de microlearning permitió que los contenidos fueras dosificados en diversas cápsulas, siendo estas más accesibles y de mejor comprensión para los participantes, de acuerdo con la opinión que expresaron sobre las mismas. De esta manera los contenidos del curso tuvieron una mejor esquematización dentro del proceso

de aprendizaje de los jóvenes y se alcanzó una adecuada concatenación de cada una de las cápsulas propuestas.

Un último aspecto relevante consiste en la accesibilidad para visualizar los contenidos, siendo estos fáciles de analizar y responder debido a la conjugación de la interfaz proporcionada por el H5P dentro de la plataforma institucional la cual era compatible con este tipo de software. De esta manera los jóvenes pudieron entrar en cualquier momento desde el dispositivo que tuvieran a su alcance al material del curso.

10.2 Actividades

Las actividades propuestas tuvieron un sustento en el ABP, siendo esta metodología un elemento importante durante la construcción de las cápsulas. Esto permitió que cada una de las sesiones propuestas contara con ejemplos sustentados en la teoría de registros y representaciones de Duval (1993) los cuales se analizaban desde una visión procedimental – conceptual para posteriormente a través de un conjunto de problemáticas, visualizar cada una de las aplicaciones que podrían construirse respecto al constructo analizado.

Las cápsulas se complementaron con elementos interactivos proporcionados por el H5P con lo que el análisis de los temas fue visto desde diferentes perspectivas. Los participantes contestaron cada uno de los diferentes ejercicios propuestos y en caso de que requirieran nuevamente revisar la información previa, podían regresar y repasar los temas nuevamente.

La concepción de un curso de cálculo donde no solamente se analizarán ejercicios y fórmulas desde una visión meramente operativa para en su lugar revisar cada tema desde una concepción de múltiples representaciones y con los nuevos desarrollos tecnológicos permitió incorporar nuevas ideas en los participantes, quienes mencionaron lo novedoso que resultaron cada una de las sesiones del curso y la manera en la que se abordó cada una de las cápsulas propuestas dentro del diseño instruccional. Este hecho resulta ser un factor importante para la enseñanza de una asignatura que mantiene las mismas estrategias desde hace más de 30 años.

Por último, la consolidación de constructos como límite o derivada abordados desde el conjunto de actividades propuestas abre un nuevo escenario para el abordaje de dichos contenidos, los cuales en diversas investigaciones se ha abordado la gran dificultad

que representa para los estudiantes universitarios y de bachillerato su comprensión. El lograr transitar desde las dimensiones procedimental y conceptual para resolver problemáticas aplicadas, no solo cumple con lo planteado en los planes y programas de estudio propuestos por la DGB, sino que apertura la mente de los participantes y de los colegas docentes para construir nuevas estrategias sustentadas en los desarrollos tecnológicos y las necesidades de los estudiantes.

10.3 Desempeño

Al revisar cada uno de los resultados obtenidos por el grupo experimental, no solo se encontraron mejores habilidades procedimentales para resolver ejercicios o incluso para desarrollar de manera adecuada una problemática aplicada, también existieron elementos muy destacables como el desenvolvimiento actitudinal de los participantes, siendo esto uno de los elementos más importantes.

Durante la fase de entrevistas fue constante encontrar comentarios donde los jóvenes mencionaron sentirse más a gusto con la manera con la que se llevó el curso, a su vez comentaban la importancia de conocer a través de las problemáticas la utilidad de los conceptos que se veían en clase, lo cual les permitía comprender que el cálculo no solo eran un conjunto de fórmulas y procedimientos sin sentido alguno, por el contrario, la vinculación de cada una de las partes permiten comprender la importancia de los conceptos vistos en el curso.

Otro aspecto importante fue la elaboración de problemáticas por parte de los estudiantes como propuestas de proyectos dentro del curso, los cuales permitieron visualizar los logros de cada uno de los participantes del grupo experimental a lo largo de cada temática vista en el curso. Los problemas eran de tópicos que a los estudiantes les parecían interesantes, siendo esto algo considerable ya que trasladaban sus aprendizajes a su vida cotidiana, aspecto deseable dentro de lo planteado por la DGB en sus planes de estudio.

Finalmente, en cuanto a su desempeño académico, los participantes del grupo control si tuvieron un mejor desarrollo de habilidades respecto a los del control. En aspectos procedimentales se encontró que, a pesar de no tener un proceso continuo de

análisis algorítmico de cada temática del curso, los jóvenes alcanzaron mejores resultados. En cuanto a su noción conceptual, la diferencia fue mayor respecto al grupo control, donde los estudiantes manifestaron grados de incompreensión sobre la concepción del objeto matemático y su aplicación en el contexto cotidiano; mientras que en el análisis de las problemáticas, los jóvenes del grupo experimental si alcanzaron una mejor transición de sus saberes conceptuales hacia los procedimentales, con lo que alcanzaron mejores resultados dentro de la revisión de dichas situaciones, lo cual nuevamente demuestra el impacto del diseño instruccional en su proceso formativo.

10.4 Proyectos por realizar.

Los resultados obtenidos permiten abrir un nuevo conjunto de nuevos proyectos por realizar, los cuales llevan como primera insignia la enseñanza del cálculo desde un enfoque actual y auxiliándose de las nuevas tecnologías que existen. La formación que recibieron los estudiantes de bachillerato en México se ha mantenido sin cambios desde el 2008, momento en el que se actualizaron con la RIEMS los planes y programas de estudio. Las estrategias empleadas para la comprensión de los temas han sido cuestionadas en diversas investigaciones debido a la importancia que muchos docentes dan al proceso de mecanización y desarrollo procedimental, por encima de una verdadera comprensión del objeto mismo.

Ante dicha situación, el brindar a los docentes de cálculo del nivel medio superior, de una nueva estrategia donde se tome a los estudiantes como eje central y se apoye de las nuevas tecnologías que actualmente forman parte de la vida cotidiana de los estudiantes, abren un nuevo número de posibilidades para replicar los resultados obtenidos y emplear un enfoque de microlearning en conjunto con actividades interactivas provistas por el software H5P con el fin de construir un curso más dinámico y adaptado por los estudiantes.

Otro proyecto consiste en emplear la misma metodología para analizar el desempeño de los estudiantes en otro curso que normalmente resulta igual de problemático en el bachillerato como lo es Cálculo Integral. Si se logran alcanzar resultados semejantes, se podría construir una nueva alternativa para desarrollar cursos interactivos de asignaturas complejas como lo son Ecuaciones Diferenciales, Cálculo Multivariable o Geometría Vectorial.

Por último, la consolidación de los resultados obtenidos a través de una adecuada difusión en revistas de prestigio internacional permitirá que los datos recabados lleguen a más audiencia, siendo esto un factor que brinde mayor certeza sobre la replicabilidad de estrategias en diferentes contextos y países.

11 REFERENCIAS

- Albanese, M., & Mitchell, S. (1993). Problem - based learning. A review of the literature, its outcomes and implementations issues. *Academic Medicine*, 68(1).
- Alfaro, C., & Fonseca, J. (2019). Propuesta metodológica para la enseñanza del cálculo diferencial e integral en una variable mediante la resolución de problemas para profesores de matemática en formación inicial. *CLAME*, 32(2).
<http://funes.uniandes.edu.co/14042/>
- Arguedas, S. (2016). El Facebook como apoyo a la docencia universitaria: Experiencia educativa en un Curso de Cálculo. *Revista Electrónica Educare*. 20 (1). Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194143011020.pdf>
- Armenta, D., Salinas, V., & Mortera, F. (2013). Aplicación de la técnica educativa en el aprendizaje basado en problemas para capacitación a distancia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 16(1).
http://ried.utpl.edu.ec/sites/default/files/file/archivo/volumen%2016_1/Aplicacion_tecnica_educativa.pdf.
- Arnao, M., & Santiesteban, P. (junio, 2013). Competencia comunicativa y mapas conceptuales. Validación de una escala Likert. *Universidad César Vallejo*, 1 (2).
https://www.researchgate.net/publication/349145259_Competencia_comunicativa_y_mapas_conceptuales_Validacion_de_una_escala_de_Likert/link/6022c815458515893992f939/download
- Artigue, M. (2003). wath can we learn from educational research at the university level? in D. Holton (ed.), the teaching and learning of mathematics at university level: and ICMI study (pp.207-220). Holland: Kluwer Academic.
- Artigue, M. (1990). Epistémologie et didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (2). 241-286.
- Barajas, C., Parada, S., & Molina, J. (diciembre, 2018). Análisis de dificultades surgidas al resolver problemas de variación. *Educación Matemática*, 30 (3).
<http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v30n3/1665-5826-ed-30-03-297.pdf>
- Bressoud, D., Ghedamsi, I., Martínez, V., & Törner, G. (2016). *Teaching and Learning Calculus*. Springer Open. <https://www.springer.com/gp/book/9783319329741>

- Camacho, A. (2011). Socio epistemología y prácticas sociales. Hacia una enseñanza dinámica del cálculo diferencial. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 2 (3). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=299124244008>
- Castañón, V., & Motante, M. (2007). El método del aprendizaje basado en problemas como herramienta para la enseñanza de las matemáticas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo*, 6 (11). <http://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/182/795>
- Castro, M., González, M., Flores, S., Ramírez, S., Cruz, M., & Fuentes, M. (2017). Registros de representación semiótica del concepto de función exponencial. Parte I. *Revista entre ciencias*, 5 (13). <http://dx.doi.org/10.21933/J.EDSC.2017.13.218/>
- Cuoco, A. y Curcio, F. (2001). *The Roles of Representation in School Mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- De la Garza, E. (2017). Menos, es más: Microlearning. *Idea*, 12(1). https://idea.itesm.mx/wp-content/uploads/2017/12/Minicurso-Microaprendizaje_EsteladelaGarza.pdf.
- De Zubiría, J. (1994). Los modelos pedagógicos. Quito: Ministerio de Educación y Cultura de la República de Ecuador.
- Diario Oficial de la Federación – DOF (2019). *Ley General de Educación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>
- Diario Oficial de la Federación – DOF (2008). *Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato*. <http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/7aa2c3ff-aab8-479f-ad93-db49d0a1108a/a444.pdf>
- Domínguez, M., Matos, R., Castro, I., Molina, C., & Gómez I. (enero/junio, 2011). El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos. *Zona Próxima*, 14. <https://www.redalyc.org/pdf/853/85320028002.pdf>

- Dreyfus, T. (1991). Advanced mathematical thinking process. En Tall, D. (Ed), *Advanced mathematical thinking*, Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Dueñas, V. (2001). El aprendizaje basado en problemas como enfoque pedagógico en la educación en salud. *Colombia Médica*, 32(4).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28332407>
- Duval, R. (1993). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. 5, págs. 37-65. Traducciones para fines educativos (Hitt, F.; Ojeda A.M.) Departamento de Matemáticas Educativa CINVESTAV-IPN, México.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano*. Colombia: Universidad del Valle.
- Duval, R. (2004). *Semiosis y Pensamiento Humano. Registros Semióticos y Aprendizajes Intelectuales*. Colombia: Universidad del Valle.
- Espinosa, M. (2005). *Tipologías de resolutores de problemas de álgebra elemental y creencias sobre evaluación con profesores en formación inicial*. España: Universidad de Granada.
- Espinoza, C., & Sánchez, I. (2014). Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad. *Revista Paradigma*, 35 (1).
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512014000100005
- Facultad de Matemáticas UV (2020). Programa de estudios de experiencia educativa. Dirección General del Área Académica Técnica UV.
https://www.uv.mx/matematicas/files/2021/01/Calculo_diferencial_en_una_variable-2020.pdf
- Fillooy, E., Puig, L., & Rojano, T. (2008). El estudio teórico local del desarrollo de competencias algebraicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), pp. 327-342.
- Fornari, A., Pigatto, P., & Coimbra, E. (abril - junio, 2017). Cálculo Diferencial e Integral e Geometria Analítica e Álgebra Linear na educação a distancia. *Ciencia y Educación*, 23 (2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251051215012>
- Freire, P. (1975). *Pedagogía del oprimido*. Madrid: Siglo XXI de España Editores.

- Fúneme, C. (enero, 2019). El aula invertida y la construcción de conocimiento en matemáticas. El caso de las aplicaciones de la derivada. *TED*, 45. <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n45/0121-3814-ted-45-00159.pdf>
- Garg, A. (2010). Three Ways to Use Mobile devices in Workplace Learning. [Upside blog] <http://www.upsidelearning.com/blog/index.php/2010/12/09/three-ways-to-use-mobile-devices-in-workplace-learning/>
- Goldin, G., & Shteingold, N. (2001). Systems of representations and the development of mathematical concepts. In A. Cuoco & F. Curcio (Eds.), *Roles of representations in school mathematics – 2001 Yearbook* (pp. 1-23). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Herrera, H., & Padilla, R. (2020). *Nivel de Aprendizaje Conceptual de la Derivada*. México: Editorial Académica Española.
- Hernández, R., Fernández, C., & Bautista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México, D.F: McGraw – Hill.
- Hug, T., & Friesen, N. (2009). Outline of a Microlearning Agenda. *Elearning papers*, 16(1). <http://www.elearningeuropa.info/files/media/media20252.pdf>
- Hug, T., Lindner, M., & Bruck, P. (2006). *Microlearning: Emerging Concepts, Practices and Technologies after e-Learning. Proceedings of Microlearning 2005. Learning & Working in new Media*. Innsbruck: Innsbruck University Press.
- Iglesias, N., Alonso, I., & Gorina A. (2018). La dinámica interdisciplinar del proceso de enseñanza – aprendizaje del cálculo diferencial e integral en la carrera de ingeniería civil. *Transformación*, 14(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-29552018000200007
- Langreiter, C., & Bolka, A. (2006) *Snips & spaces: managing microlearning. Micromedia & e-Learning 2.0: Gaining the Big Picture. Proceedings of Microlearning Conference 2006*. Innsbruck: Innsbruck UP.
- Lindner, M. (2006). Use these Tools, your mind will follow. Learning in immersive Macromedia and microknowledge environments. En Whitelock, d., Wheeler, S. (Eds.). *ALT-C 2006: The next generation Research Proceedings*, University, Edinburgh:UK.

- López, C., Aldana, E. & Erazo, J. (2018). Concepciones de los profesores sobre la resolución de problemas en cálculo diferencial e integral. *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 10 (1). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517754458011>
- Lozano, R., & Herrera, B. (2011). *Diseño de programas educativos basados en competencias*. México: Editorial Digital del Instituto Tecnológico de Monterrey.
- Martínez, O., Combita, H., & De la Hoz, E. (diciembre, 2018). Mediación de los Objetos Virtuales de Aprendizaje en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Formación Universitaria*, 11(6). <https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v11n6/0718-5006-formuniv-11-06-63.pdf>
- Mercedes, A., Pérez, O., & Triana, B. (2017). Propuesta didáctica basada en múltiples formas de representación semiótica de los objetos matemáticos para desarrollar el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial. *Revista Academia y Virtualidad*, 10(2). <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/2743/2637>
- Molina, J. A., García, A., Pedraz, A. & Antón, M. A. (2003). Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 3 (2), 79-85
- Molina, J., & Romero, D. (noviembre, 2010). Ambiente de Aprendizaje Móvil Basado en Micro – aprendizaje. *IEEE – RITA*, 5(4). <http://rita.det.uvigo.es/201011/uploads/IEEE-RITA.2010.V5.N4.A7.pdf>.
- Morantes, G., Dugarte, E., & Herrera, J. (2019). Perfil del aprendiz estratégico para el estudio de Cálculo Diferencial mediado por las TIC. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(3). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517762280013>
- Moreno, T. (8 enero de 2020). Regresan a clases más de 32 millones de alumnos. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/regresan-clases-mas-de-32-millones-de-estudiantes>
- Moreno, S., & Cuevas, C. (agosto, 2004). Interpretaciones erróneas sobre los conceptos de máximos y mínimos en el Cálculo Diferencial. *Educación Matemática*, 16 (2), 93-104. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40516205>

- Moursond, D. (2007). Aprendizaje Basado en proyecto utilizando la tecnología de la información. *Internacional Society for Technology in Education*, 2(1).
<http://www.nctm.org/>
- Navarro, V., & Di Bernardo, J. (2016). Una cápsula por semana: estrategia de Microlearning en una asignatura de Medicina. *Revista de la Facultad de Medicina*, 36(1).
<https://revistas.unne.edu.ar/index.php/rem/article/view/2427/2141>
- Nelda, P., & Mogas, J. (2020). *Micro-learning en educación superior*. Universitat Oberta de Catalunya: España.
- Oviedo, L., Kanashiro, A., Bnzaquen, M., & Gorrochategui, M. (2012). Los registros semióticos de representación en matemática. *Revista Aula Universitaria*, 13.
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/AulaUniversitaria/article/download/4112/6207/>
- Palazón, J. (2015). Aprendizaje móvil basado en microcontenidos como apoyo a la interpretación instrumental en el aula de música en secundaria. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 46, 119-136.
- Parra, O. (2014). El cálculo diferencial y los retos de la Riems. *Revista Educateconciencia*. 4(4).
<http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/402/1/EI%20C%C3%A1lculo%20Diferencial%20y%20los%20retos%20de%20la%20Riems.pdf>
- Penalva, M., & Torregrosa, G. (2001). Representación y Aprendizaje de las Matemáticas. *Scripta in Memoriam*, (1), p. 649 – 658.
- Peschl, M. (2007). From double-Loop Learning to Triple-Loop Learning. Profound Change, Individual Cultivation, and the Role of Wisdom in the Context of the Microlearning Approach. En Hug, T. (Ed.). *Didactics of Microlearning. Concepts, discourses and Examples*. Münster: Waxmann
- Prada, R., & Ramírez, P. (julio, 2017). Dificultades en la modelización matemática asociadas a la solución de problemas de optimización en cursos de cálculo diferencial [Acta de Congreso]. VIII Congreso Iberoamericano De Educación Matemática, Madrid, España.
<http://funes.uniandes.edu.co/19594/1/Prada2017Dificultades.pdf>

- Prensky, M. (2003). Digital natives, digital immigrants part 1. *The Horizon*, 9 (5), pp. 1–6. Doi:10.1108/10748120110424816.
- Puig, L. (1994). *Semiótica y Matemáticas*. Valencia: Episteme.
- Restrepo, B. (2005). Aprendizaje Basado en Problemas: Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, 8(1). <https://www.redalyc.org/pdf/834/83400803.pdf>
- Riego, M. (julio – diciembre, 2013). Factores Académicos que Explican la Reprobación en Cálculo Diferencial. *Conciencia Tecnológica*, (46). <https://www.redalyc.org/pdf/944/94429298006.pdf>
- Rivera, N., Agudelo, A., Ramos, X., & Vargas, J. (2015). Implementación del ABP como método para promover competencias de colaboración en un ambiente virtual (Webnode). *Revista Edutec*, 51(1). https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/107/pdf_36
- Rivera, V., & Lezama, F. (2011). *Competencia afectiva en el aprendizaje matemático: un enfoque desde la matemática educativa*. IPN: 2011.
- Rivera, Y., & Turizo, L. (2014). ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) para la enseñanza y el desarrollo de proyectos tecnológicos interdisciplinarios basados en Arduino. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1189/1193>
- Rivero, C., & Soria, E. (febrero, 2020). Percepciones sobre el aprendizaje virtual con microlearning: Estudio de caso de una experiencia de formación profesional en una organización privada. *Revista Boletín REDIPE*, 10 (2). <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1197>
- Rojas, M., & Correa, D. (enero – junio, 2014). ¿El género en las matemáticas? Un análisis de los resultados de las olimpiadas de matemáticas. *Escenarios*, 12 (1). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4763430.pdf>
- Salgado, A., Ibáñez, M., Rigual, S., Ramírez, R., Padrón, G., & López, E. (enero/junio, 2020). Estrategia metodológica para el cálculo diferencial e integral en la carrera “Sistemas de Información en Salud”. *Revista Cubana de Informática Médica*, 12(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592020000100108

- Salinas, J., & Marín, V. (2015). Pasado, presente y futuro del microlearning como estrategia para el desarrollo profesional. *Campus Virtuales*, 3(2). <https://bit.ly/3c4mZmH>
- Sánchez, I. (2001). Validación de una Metodología basada en Actividades de Aprendizaje con Técnicas Creativas para Estudiantes Universitarios. *Journal of Science Education*, 2 (2), 86-90.
- Sánchez, I; Moreira, M; y Caballero, C. (2009). Implementación de una propuesta de aprendizaje significativo de la cinemática a través de la resolución de problemas. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 17 (1). 27-41.
- Sánchez, I., & Ramis, F. (2004). Aprendizaje significativo basado en problemas. *Revista Horizontes Educativas*, 9(1). <https://www.redalyc.org/pdf/979/97917171011.pdf>
- Secretaría de Educación Pública. (2008). Competencias que expresan el perfil del docente de la Educación Media Superior. Subsecretaría de educación Media Superior. México: Subsecretaría de Educación Media Superior.
- Secretaría de Educación Pública (2015). *Resultados prueba Planea 2015*. Secretaría de Educación Pública. http://planea.sep.gob.mx/ms/informes_de_resultados_2015
- Secretaría de Educación Pública (2017). *Resultados prueba Planea 2017*. Secretaría de Educación Pública. http://planea.sep.gob.mx/ms/informes_de_resultados_2017
- Sfard, A. (febrero, 1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Education Studies in Mathematics*, 22(1). <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fwww.jstor.org%2Fstable%2F3482237%3Forigin%3DJSTOR-pdf>
- Silva, F., & Beneyto, M. (2019). *Microlearning aplicado para la adquisición de competencias*. Universitat Oberta de Catalunya: España.
- Sevimli, E. (diciembre, 2016). Do calculus students demand technology integration into learning environment? case of instructional differences. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 13 (1). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=501550294002>

- Trabaldo, S., Mendizábal, V. & González, M. (2017). Microlearning: experiencias reales de aprendizaje personalizado, rápido y ubicuo. In *IV Jornadas de TIC e Innovación en el Aula (La Plata)*. <https://bit.ly/3glWw7t>
- Vera, R., Merchán, W., Maldonado, K., & Castro, A. (2021). Metodología del Aprendizaje basado en problemas aplicada a la enseñanza de las matemáticas. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14 (3). <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/763/641>

11. ANEXOS

I. Permiso Intervención

 VERACRUZ
GOBIERNO
DEL ESTADO

 SEV
Secretaría
de Educación

 SEMSyS
Subsecretaría de Educación
Media Superior y Superior

 DGB
Dirección General
de Bachillerato



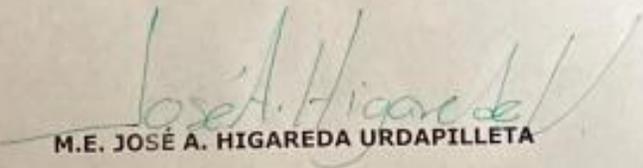
Xalapa, Enriquez. Ver. a 24 de abril del 2020
Asunto: Autorización de implementación de proyecto.

**DRA. MA. TERESA GARCÍA RAMÍREZ
COORDINADORA DEL DOCTORADO EN
INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍA EDUCATIVA
P R E S E N T E**

Por medio de la presente, me permito informarle que el profesor **HELI HERRERA LÓPEZ**, docente de esta Institución Educativa y aspirante al Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa, podrá realizar la implementación de su proyecto de doctorado en las instalaciones de éste plantel, atendiendo a las reglas de confidencialidad de la información.

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE


M.E. JOSÉ A. HIGAREDA URDAPILLET A
DIRECTOR


**SEV
DGB**
BACHILLERES DAURU
Antonio Ma. de Rivera
CLAVE 30EBH0203B
ZONA UNIVERSITARIA
XALAPA

C.c.p Archivo

Clave: 30EBH0203B
Cruzeta González Aguero Bellón S/ta
Zona Universitaria C.p. 91000
Correo electrónico: infocomanaduria@hotmail.com
Tel 0-17-15-59-10000, Ver.
Quadrón



II. Permiso Institucional



MTRO. JOSÉ ANTONIO



**UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
QUERÉTARO**

HIGAREDA URDAPILLETA

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE BACHILLERES ANTONIO MARÍA DE
RIVERA**

P R E S E N T E

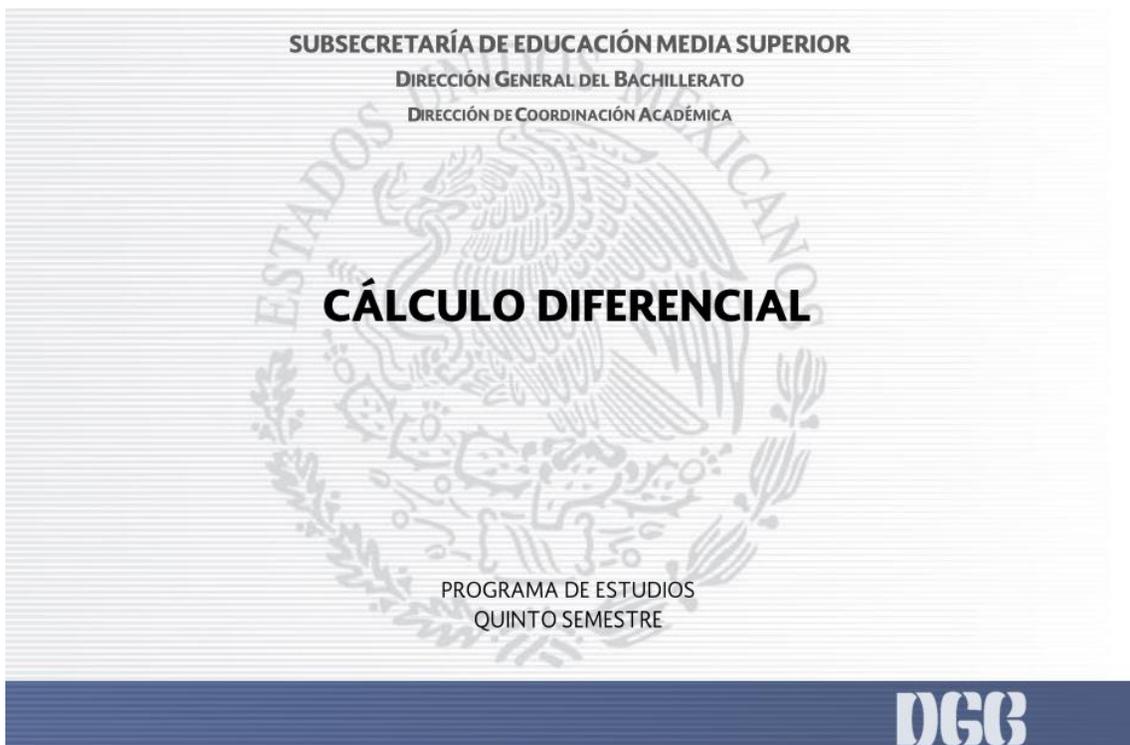
Como parte del Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa de la Universidad Autónoma de Querétaro, actualmente un servidor se encuentra desarrollando un proyecto de intervención que busca analizar los efectos que tiene *el uso de un enfoque de múltiples representaciones en la enseñanza del cálculo* en los estudiantes de cálculo diferencial del área propedéutica físico – matemáticas de la Antonio María de Rivera.

La información recolectada servirá para conocer el impacto que tienen los objetos de aprendizaje en conjunto con el uso de múltiples representaciones dentro del análisis de los contenidos del curso de cálculo diferencial en los estudiantes del quinto semestre grupo D, actualmente sexto. El proyecto requiere de una entrevista de seis preguntas vía Zoom de veinte minutos la cual debe ser grabada para efectos de recolección de la información.

Solicito a usted de la manera más atenta me sea solicitado el permiso para realizar las entrevistas a los estudiantes vía Zoom en el horario en el que los participantes deseen, sin afectar su horario escolar. De manera adicional adjunto la carta de consentimiento informado.

M.M.E Helí Herrera López

III. Programa Estudios Cálculo Diferencial DGB



7

DGB

Enfoque de la disciplina

El campo de Matemáticas tiene como eje desarrollar el pensamiento lógico-matemático para interpretar situaciones reales e hipotéticas que le permitan al estudiantado, proponer alternativas de solución desde diversos enfoques, priorizando las habilidades del pensamiento tales como la búsqueda de patrones o principios que subyacen a fenómenos, la generación de diversas alternativas para la solución de problemas, el manejo de la información, la toma de decisiones basadas en el análisis crítico de información matemática, interpretación de tablas, gráficas, diagramas y textos con símbolos matemáticos, argumentación de propuestas de solución y predicción del comportamiento de un fenómeno a partir del análisis de su variables.

En consecuencia, las estrategias de enseñanza – aprendizaje y la evaluación que diseñe el personal docente para realizar su intervención educativa en las asignaturas que conforman el campo de Matemáticas deben girar en torno a problemas significativos para la vida del estudiantado, es decir, no deben ser repetitivas o que se resuelvan aplicando un procedimiento o modelo matemático que no tiene significado, dichas situaciones deben promover la movilización de recursos diversos para el diseño de una metodología de solución.

La asignatura de **Cálculo Diferencial** tiene como propósito general el desarrollo de habilidades características del pensamiento lógico-matemático, por medio del uso de los procedimientos para derivar y su aplicación en problemas de optimización que le permitan predecir situaciones reales, formales y/o hipotéticas de su contexto, logrando entender e interpretar los resultados en diversos ámbitos colaborando a desarrollar su capacidad de razonamiento así como su toma de decisiones.

Este programa parte de la solución de Límites en el bloque 1, así como Derivadas durante el bloque 2, lo que le permitirá al estudiantado, en el bloque 3, una comprensión de las razones de cambio en diversos fenómenos de su entorno además de poder analizarlos de forma cualitativa y cuantitativa. Lo anterior, para propiciar un desarrollo en sus capacidades de abstracción y razonamiento mediante la aplicación de la Derivada, tema que le será de utilidad en estudios de nivel superior.

Al tratarse de una asignatura del Componente Propedéutico del Bachillerato General, tiene como intención brindarle las herramientas y conocimientos básicos al estudiantado para que pueda continuar sus estudios a nivel superior además de permitirle su integración en forma eficiente a las circunstancias de vida y situación tanto académica como laboral de su entorno, favoreciendo al estudiantado respecto a un interés vocacional enfocado en el Campo de las Matemáticas.

Cabe señalar, que los conocimientos no son el fin de la educación, en este caso los del campo de las Matemáticas, ni elementos aislados sino una herramienta para que el estudiantado desarrolle las competencias que definen el perfil de egreso de la Educación Media Superior, así como elementos indispensables para la comprensión de todos los demás campos o asignaturas que componen este nivel educativo, aun cuando con algunos como Física, Biología o Química se encuentre una afinidad más clara que con los demás.

Ubicación de la asignatura

1er semestre	2° semestre	3er semestre	4° semestre	5° semestre	6° semestre
Matemáticas I	Matemáticas II	Matemáticas III	Matemáticas IV	Geografía	Ecología y Medio Ambiente
Química I	Química II	Biología I	Biología II	Estructura Socioeconómica de México	Cálculo Integral
Taller de Lectura y Redacción I	Taller de Lectura y Redacción II	Física I	Física II	Cálculo Diferencial	Se retomarán las asignaturas que en cada plantel se imparten en 6to semestre, tanto del componente de formación propedéutico como el de formación para el trabajo.
Ética I	Ética II	Todas las asignaturas del 3er. Semestre.	Todas las asignaturas del 4to. Semestre.	Se retomarán las asignaturas que en cada plantel se imparten en 5to semestre, tanto del componente de formación propedéutico como el de formación para el trabajo.	
Metodología de la Investigación					
Informática I	Informática II				
Todas las asignaturas del 1er. Semestre.	Todas las asignaturas del 2do. Semestre.				FORMACIÓN PARA EL TRABAJO
TUTORÍAS					

Bloques de aprendizaje

Bloque I. Límites.

Bloque II. La Derivada.

Bloque III. Aplicaciones de la Derivada.

COMPETENCIAS DISCIPLINARES EXTENDIDAS

COMPETENCIAS DISCIPLINARES EXTENDIDAS	CLAVE
MATEMÁTICAS	
Las competencias disciplinares extendidas para este campo del conocimiento corresponden a las competencias disciplinares básicas previstas en el artículo 7 del Acuerdo 444, y son las siguientes:	
1. Construye e interpreta modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos aritméticos, algebraicos, geométricos y variacionales, para la comprensión y análisis de situaciones reales, hipotéticas o formales.	CDEM1
2. Formula y resuelve problemas matemáticos aplicando diferentes enfoques.	CDEM2
3. Explica e interpreta los resultados obtenidos mediante procedimientos matemáticos y los contrasta con modelos establecidos o situaciones reales.	CDEM3
4. Argumenta la solución obtenida de un problema, con métodos numéricos, gráficos, analíticos o variacionales, mediante el lenguaje verbal, matemático y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.	CDEM4
5. Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento.	CDEM5
6. Cuantifica, representa y contrasta experimental o matemáticamente las magnitudes del espacio y las propiedades físicas de los objetos que lo rodean.	CDEM6
7. Elige un enfoque determinista o uno aleatorio para el estudio de un proceso o fenómeno y argumenta su pertinencia.	CDEM7
8. Interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos.	CDEM8

DESARROLLO DE BLOQUES

Bloque I

Nombre del Bloque	Horas Asignadas
Límites.	12

Propósito del Bloque

Emplea de manera crítica y reflexiva el concepto de Límite en la solución de diversas situaciones de su entorno, reconociendo su importancia en la construcción de nuevos conocimientos.

Interdisciplinariedad	Transversalidad
Geografía. Se retomarán las asignaturas que en cada plantel se impartan en 5to semestre, tanto del componente de formación propedéutico como el de formación para el trabajo.	Eje transversal Social. Eje transversal Ambiental. Eje transversal de Salud. Eje transversal de Habilidades Lectoras.

CLAVE CG	CLAVE CDE	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Aprendizajes esperados
CG 1.1 CG 4.1 CG 5.1	CDEM 5 CDEM 8	<p>Antecedentes y aplicaciones del cálculo.</p> <p>Límites:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepto e interpretación de límites. • Propiedades de los límites. • Límites de funciones algebraicas. • Límites de funciones trascendentes. 	<p>Reconoce a los principales personajes y sus aportaciones en el desarrollo del cálculo, así como la importancia de su aplicación en la actualidad.</p> <p>Interpreta gráficamente los diferentes tipos de límites.</p> <p>Identifica de forma analítica los distintos tipos de límites (finitos, infinitos e indeterminados).</p>	<p>Reconoce sus fortalezas y áreas de oportunidad.</p> <p>Externa un pensamiento crítico y reflexivo de manera solidaria.</p> <p>Muestra disposición al trabajo metódico y organizado.</p> <p>Privilegia el diálogo para la construcción de nuevos conocimientos.</p>	<p>Explica la importancia del cálculo, por medio del conocimiento de sus antecedentes y aplicaciones, reflexionando sobre su relevancia en procesos actuales de su entorno.</p> <p>Calcula límites de funciones algebraicas y trascendentes, a través del análisis de situaciones de su contexto para la construcción de nuevos conocimientos.</p>

Bloque II

Nombre del Bloque	Horas Asignadas
La Derivada.	20

Propósito del Bloque

Aplica los métodos de derivación, trabajando de forma metódica y organizada para contribuir en la solución de situaciones hipotéticas y/o reales de manera crítica y reflexiva.

Interdisciplinariedad	Transversalidad
Se retomarán las asignaturas que en cada plantel se imparten en 5to semestre, tanto del componente de formación propedéutico como el de formación para el trabajo.	Eje transversal Social. Eje transversal Ambiental. Eje transversal de Salud. Eje transversal de Habilidades Lectoras.

CLAVE CG	CLAVE CDE	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Aprendizajes esperados
CG 4.1 CG 5.1 CG 8.1	CDEM 2 CDEM 3	Derivada por definición de funciones polinómicas (regla de los 4 pasos). Derivadas de funciones algebraicas. Derivadas de funciones trascendentes. Derivadas de orden superior.	Interpreta la definición de la derivada como una razón de cambio. Distingue distintas formas de obtener la derivada de una función.	Externa un pensamiento crítico y reflexivo de manera solidaria. Muestra disposición al trabajo metódico y organizado. Privilegia el diálogo para la construcción de nuevos conocimientos. Aporta ideas en la solución de problemas promoviendo su creatividad.	Emplea la regla de los cuatro pasos para obtener la derivada de una función y la relaciona con situaciones presentes en su contexto, promoviendo su pensamiento crítico y reflexivo. Aplica fórmulas o teoremas de derivación en la solución de situaciones reales y/o hipotéticas de su vida cotidiana, trabajando de forma metódica y organizada.

Bloque III

Nombre del Bloque	Horas Asignadas
Aplicaciones de la Derivada.	16

Propósito del Bloque

Utiliza las reglas de derivación para resolver situaciones reales y/o hipotéticas del medio que lo rodea, favoreciendo con ello la construcción de nuevos conocimientos y afrontando los retos que se le presenten.

Interdisciplinariedad	Transversalidad
Geografía. Se retomarán las asignaturas que en cada plantel se impartan en 5to semestre, tanto del componente de formación propedéutico como el de formación para el trabajo.	Eje transversal social. Eje transversal ambiental. Eje transversal de salud. Eje transversal de habilidades lectoras.

CLAVE CG	CLAVE CDE	Conocimientos	Habilidades	Actitudes	Aprendizajes esperados
CG 4.1 CG 5.1 CG 7.3 CG 8.3	CDEM 1 CDEM 2 CDEM 3 CDEM 4	Máximos, mínimos y puntos de inflexión de una función. Optimización. Velocidad, aceleración y rapidez de un móvil. Regla de L'Hôpital.	Interpreta gráficamente los máximos, mínimos y puntos de inflexión de una función. Reconoce los criterios de primera y segunda derivada para obtener los máximos, mínimos y puntos de inflexión de una función. Asocia distintas variables para generar modelos matemáticos. Interpreta la primera derivada de la posición como la velocidad y la segunda derivada de la posición como la aceleración.	Muestra disposición al trabajo metódico y organizado. Privilegia el diálogo para la construcción de nuevos conocimientos. Expresa ideas y conceptos favoreciendo su creatividad. Afronta retos asumiendo la frustración como parte de un proceso.	Esboza de manera metódica y organizada la gráfica de una función a partir del cálculo de sus máximos, mínimos y puntos de inflexión para representar situaciones reales y/o hipotéticas de su entorno. Resuelve de forma creativa problemas de optimización, aplicando los criterios de máximos y mínimos que le permitan la construcción de modelos que representen situaciones reales y/o hipotéticas de su contexto. Aplica las reglas de derivación para calcular la velocidad y aceleración de un móvil a partir de su posición en situaciones de su entorno, afrontando la frustración como parte de un proceso de aprendizaje.

IV. Diagnóstico

Evaluación Diagnóstica Cálculo Diferencial.

Contesta de manera detallada cada uno de los ejercicios y problemas propuestos.

I. Resuelve los siguientes límites por el método que gustes

$$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{x + 5x - 14}$$

$$\lim_{s \rightarrow 1} \frac{s^3 - 1}{s - 1}$$

$$\lim_{h \rightarrow 4} \frac{h - 4}{\sqrt{h - 3} - 1}$$

II. Resuelve las siguientes derivadas por el método que gustes

$$f(x) = x^3 + 3x^2 + 2 \quad s(t) = \frac{t^2 - 1}{t^2 + 1} \quad f(u) = (x^2 - 1)(x + 1) \quad g(x) = (x^3 - x^2)^4$$

III. Resuelve las siguientes problemáticas. Incluye todo el procedimiento realizado.

a) Un proyectil es lanzado desde una altura de 50m con una velocidad inicial de 40m/s.

Con base en esta información, determina:

- i. Modelo de desplazamiento a lo largo del tiempo
- ii. Altura máxima
- iii. Tiempo en el que alcanza la altura máxima.

b) Una población de bacterias tiene un crecimiento acorde a la siguiente función donde t está brindado en días:

$$P(t) = \frac{t^4}{4} - \frac{19t^3}{3} + 57t^2 - 201t$$

Con base en dicha información, determina los puntos donde la población alcanza sus valores máximos o mínimos a lo largo del tiempo

V. Productos de la Investigación

<https://doi.org/10.23913/ride.v13i26.1437>

Artículos científicos

Aplicación del ABP y m-learning como estrategias para el aprendizaje de la función lineal en el bachillerato

PBL and M-Learning as Strategies for the Learning of the Linear Function in High School

Aplicação de PBL e m-learning como estratégias para aprender a função linear no ensino médio

Helí Herrera López

Dirección General de Bachillerato Veracruz, México

heherrera@msev.gob.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4257-8794>

Reyna Moreno Beltrán

Universidad Autónoma de Querétaro, México

reyna.moreno@uaq.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5307-0921>

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo construir un curso que conjunte las ventajas que ofrece el *m-learning* con una metodología basada en problemas. En esa línea, se muestran los alcances obtenidos al implementar un microcurso de funciones lineales para la asignatura de Matemáticas IV del bachillerato en México a través de contenidos más adaptados a las preferencias de los estudiantes. Así, los participantes analizaron situaciones propias de su contexto mediante la incorporación de un aprendizaje móvil. Una vez finalizado el diseño y empleando un enfoque cuantitativo, se aplicó un cuestionario que puso a prueba las habilidades adquiridas por los estudiantes al resolver diferentes problemáticas. Los resultados muestran una mejora en el desempeño de los

participantes, así como una mejor comprensión del tema de función lineal, por lo que es posible decir que incrementaron sus habilidades procedimentales y nociones conceptuales. Los valores obtenidos permiten asimismo construir una nueva visión para la elaboración de cursos con un método basado en el *m-learning*. Se trata de una perspectiva donde no se prescinde del nivel de exigencia y donde se adaptan las asignaturas a los nuevos recursos digitales que se están desarrollando en el contexto global.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, función lineal, *m-learning*.

Abstract

The objective of this research was to build a course that combines the advantages offered by m-learning with a problem-based methodology. In this line, we show the achievements obtained by implementing a microcourse of linear functions for the subject of Mathematics IV of high school in Mexico through contents more adapted to the preferences of the students. Thus, participants analyzed situations specific to their context through the incorporation of mobile learning. Once the design was completed and using a quantitative approach, a questionnaire was applied to test the skills acquired by the students when solving different problems. The results show an improvement in the performance of the participants, as well as a better understanding of the topic of linear function, so it is possible to say that they increased their procedural skills and conceptual notions. The values obtained also allow us to build a new vision for the development of courses with a method based on m-learning. It is a perspective where the level of demand is not ignored and where the subjects are adapted to the new digital resources that are being developed in the global context.

Keywords: problem-based learning, linear function, m-learning.

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi construir um curso que combinasse as vantagens oferecidas pelo m-learning com uma metodologia baseada em problemas. Nesta linha, os resultados obtidos com a implementação de um microcurso de funções lineares para a disciplina de Matemática IV do bacharelado no México são mostrados por meio de conteúdos mais adaptados às preferências dos alunos. Assim, os participantes analisaram situações

específicas de seu contexto incorporando o mobile learning. Uma vez finalizado o desenho e utilizando uma abordagem quantitativa, foi aplicado um questionário que testou as competências adquiridas pelos alunos na resolução de diferentes problemas. Os resultados mostram uma melhora no desempenho dos participantes, bem como uma melhor compreensão do tema da função linear, pelo que é possível dizer que suas habilidades processuais e noções conceituais aumentaram. Os valores obtidos permitem também construir uma nova visão para o desenvolvimento de cursos com método baseado em m-learning. É uma perspectiva onde o nível de exigência não é dispensado e onde as disciplinas se adaptam aos novos recursos digitais que se vão desenvolvendo no contexto global.

Palavras-chave: aprendizagem baseada em problemas, função linear, m-learning.

Fecha Recepción: Octubre 2022

Fecha Aceptación: Marzo 2023

Introducción

La enseñanza de las matemáticas ha sido un tema de constante análisis dentro de las políticas educativas de México. Los bajos resultados obtenidos en pruebas estandarizadas como la del Programme for International Student Assessment (PISA), donde 44 % de los estudiantes alcanzaron el nivel dos (pueden interpretar y reconocer la representación matemáticamente de una situación simple), mientras que solo 1 % obtuvo un nivel de competencia cinco o superior (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2018). Las estadísticas mostradas evidencian que no existe un nivel adecuado de comprensión ni de habilidades matemáticas para resolver y comprender diferentes problemáticas. Por lo tanto, este escenario es un área de oportunidad para crear mejores estrategias de enseñanza en el aula.

Establecer mecanismos que incrementen tanto el desempeño académico como el desarrollo de habilidades y actitudes de los estudiantes se ha conformado en un terreno fértil para el desarrollo de investigaciones dentro de esta disciplina. Al analizar los niveles de reprobación más elevados dentro de los diferentes niveles educativos, se encuentra una alta incidencia en la educación media superior (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2020). Uno de los campos disciplinares que más presenta dicha

situación es el de las matemáticas, el cual engloba todas las asignaturas que promueven el desarrollo y el pensamiento matemático.

En el bachillerato el mapa curricular estipula cuatro cursos de matemáticas obligatorios, a través de los cuales se abordan temas de aritmética, álgebra, geometría, trigonometría, geometría analítica, precálculo, entre otros. En el caso de precálculo, esta forma avanzada del álgebra se ofrece en el último curso del mapa curricular (Matemáticas IV). Cabe mencionar que el plan de estudios de la Dirección General de Bachillerato [DGB] (2018b) de esta asignatura establece como objetivo el promover en los estudiantes los elementos críticos y reflexivos que le permitan proponer alternativas de solución ante las acciones humanas de impacto dentro del contexto en el que se encuentren.

En el curso de matemáticas IV, uno de los bloques donde existe mayor vinculación con situaciones de la vida cotidiana es el de Funciones polinomiales. Y dentro de este, el tema de la función lineal es uno de los que más aplicabilidad presenta.

Si los cursos de matemáticas dentro del bachillerato buscan que los alumnos sean capaces de trasladar los conocimientos adquiridos en el aula a situaciones cotidianas para crear modelos de solución (DGB, 2018b), resulta importante hacerlo a través de una metodología procedimental, gracias a la cual los estudiantes logren resolver dichas problemáticas desde un enfoque personal, con un sustento teórico-procedimental provisto dentro de las clases de matemáticas. Aquí es donde el aprendizaje basado en problemas (ABP) se erige como una alternativa viable. Mediante la incorporación de las nuevas tecnologías y herramientas digitales, el ABP brinda una oportunidad real para mejorar la comprensión de los conceptos y un mayor aprovechamiento académico en el campo de las matemáticas (Alzate, Montes y Escobar, 2013)

El ABP es considerado una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y la reflexión que siguen los estudiantes para llegar a la solución de alguna problemática planteada (Espinoza y Sánchez, 2014). Orientado a la educación, el ABP mantiene un enfoque pedagógico multimetodológico y multididáctico encaminado a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Dueñas, 2001).

Bajo esta estrategia, el estudiante debe mantener un autoaprendizaje y una constante gestión de su conocimiento con una orientación hacia el constructivismo. Se considera un método didáctico que cae en el dominio de las pedagogías activas, dentro de

las cuales tiene una mayor preponderancia hacia la enseñanza denominada *aprendizaje por descubrimiento* (Restrepo, 2005), donde el estudiante se convierte en el principal protagonista de su proceso de formación.

Uno de los aspectos más complejos a los que se enfrenta el docente al establecer el ABP consiste en la selección y planteamiento de una problemática que sea relevante y se encuentre apegada a los contenidos visualizados en el curso. El problema como tal debe mantener una alta expectativa, así como una constante motivación para los estudiantes de tal manera que los anime a indagar sobre la conexión entre sus aprendizajes y la propuesta de solución que deben brindar. Para realizar un problema que cumpla con las características que estipula el ABP, Albanese y Mitchell (1993) proponen que contenga tres variables: relevancia, cobertura y complejidad.

Dado que en la actualidad los jóvenes son nativos digitales (Prensky, 2003), se requiere que el contenido de las problemáticas tenga relación con los actuales medios digitales. Sin duda este tipo de modalidad impulsa el interés de los estudiantes, por ello, el empleo del ABP bajo esta mediación mantiene una mayor apertura a la creación de contenidos y actividades debido al impulso tecnológico actual. En trabajos como el de Escobar Ávila y Suárez (2022) se ha demostrado que una adecuada vinculación entre los actuales desarrollos tecnológicos y el ABP en modalidades híbridas trae consigo mejoras sustanciales en la comprensión de temáticas complejas en el campo de la ingeniería. Por otro lado, Herrera y Padilla (2020) concluyeron que en el campo de las matemáticas incluir el uso de recursos tecnológicos dentro de los procesos de formación mejora el desempeño actitudinal y académico de los estudiantes, ambos aspectos esenciales para la creación de nuevos recursos dentro del aula.

Dentro de las tecnologías emergentes se encuentra el aprendizaje móvil (*m-learning*), el cual conlleva el uso de una metodología de enseñanza-aprendizaje que contempla el uso de dispositivos móviles tales como teléfonos inteligentes, agendas electrónicas, tabletas, entre otros. Sus principales características dotan a los estudiantes de una mayor flexibilidad que la que existe en el *e-learning*, debido a que el dispositivo móvil permite acceder de manera más sencilla a la Web, sin la necesidad de un equipo de cómputo (Gómez y Pulido, 2015). De acuerdo con Villa, Tapia y López (2010), la

característica que lo diferencia de otros tipos de modelos radica en el análisis de dos puntos: el tecnológico y la experiencia educacional.

Para el caso del primero, el *m-learning* permite acceder a cursos y sus contenidos desde cualquier lugar (Brazuelo y Gallego, 2011), con la ventaja de no requerir de manera continua de un servicio fijo de internet, esto debido a que los dispositivos inteligentes pueden conectarse a los datos móviles sin necesidad de un módem o rúter cercano. En cuanto a la experiencia educacional, los contenidos cambian dadas las condiciones en las que fueron creados. Por ejemplo, en el *e-learning* es común encontrar archivos o documentos que solo se logran visualizar desde un programa especial para computadoras o *laptops*; en el *m-learning* el material debe ser totalmente adaptado para su correcta visualización y análisis.

Considerando las ventajas que ofrece el *m-learning*, Brazuelo y Gallego (2011) lo establecen como una modalidad educativa emergente que facilita la construcción del conocimiento, la resolución de problemas de aprendizaje y el desarrollo de destrezas y habilidades de forma autónoma y ubicua gracias a la mediación de los dispositivos móviles. Dicha característica permite situar esta metodología como viable para la implementación de un modelo de ABP donde se instruya la función lineal desde una nueva perspectiva: una ventana para el análisis y reflexión sobre la utilización de dichos aspectos en cursos de matemáticas del bachillerato.

Esto lleva a plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿mejora el desempeño académico y actitudinal de los estudiantes de un curso de precálculo al implementar el ABP y el *mobile learning* dentro del análisis de la función lineal? Así pues, este es el elemento que a continuación se analizará.

Método

Para conjuntar las propuestas mencionadas previamente, fue importante incluir un diseño instruccional donde estuviese presente el ABP y contara con diferentes problemáticas aplicadas a la vida cotidiana que requirieran, para su solución, la función lineal. Los contenidos creados dentro del diseño instruccional fueron adaptados para que las presentaciones, videos, tutoriales y material adicional fueran compatibles para los

dispositivos móviles de los estudiantes. Toda la información se subió a la plataforma institucional, la cual se encuentra soportada por Moodle.

El análisis de la temática comenzó proponiendo ejercicios a manera de ejemplos en los que se empleara la función como modelo de solución a la problemática (véase figura 1).

Figura 1. Ejemplo del diseño instruccional



Libro Interactivo

Libro Interactivo

Ejemplo 1

- El día de hoy se hará una limpieza al tinaco de una casa de 1000 litros. La persona encargada le abre a la llave la cual sale con una velocidad de 10 litros por minuto. Tomando en consideración esta información determina:
 - Modelo de vaciado en minutos
 - ¿Cuántos litros tendrá el tinaco después de media hora?
 - ¿A los cuántos minutos se vaciará el tinaco?



Fuente: Elaboración propia

Una vez que se analizaron los diversos ejemplos con sus respectivos procedimientos, los estudiantes comenzaron a realizar los problemas planteados dentro del diseño instruccional, los cuales estuvieron sustentados en los intereses de los participantes, siendo utilizados en problemáticas deportivas, sociales o financieras (véase figura 2). Cada uno de los modelos de respuesta eran compartidos por los estudiantes dentro de una *padlet* con el fin de comparar resultados y analizar aquellas coincidencias o discrepancias dentro de los modelos de solución.

Figura 2. Problemática planteada por un participante

Problema Aplicación

- Daniel y Hugo son meseros de dos diferentes restaurante de Xalapa, Daniel gana \$30 por acudir a trabajar y \$5 por cliente atendido, mientras que Hugo gana \$15 por acudir y \$7.50 por cliente atendido. Si ambos desean ir al partido de los Tiburones Rojos el cual tiene un costo de \$ 240. ¿Cuál será el modelo matemático que nos permita calcular el dinero obtenido diariamente por cada mesero ?

Fuente: Elaborado por el participante A10

Dentro de la propuesta de solución, los jóvenes prefirieron utilizar las gráficas y tabulaciones como mecanismos de comprobación de resultados. De esta forma, ellos validaron cada uno de sus modelos a través de estas representaciones. La presentación del material se dejó optativa, ya que podían elegir entre subir imágenes desde su dispositivo móvil o incluir un diseño digitalizado (véase figura 3).

Figura 3. Resolución de la problemática planteada

Tabulación

x	F(x)=5x+30	G(x)=7.50x+15
0	5(0) + 30 = 30	7.5(0) + 15 = 15
1	5(1) + 30 = 35	7.5(1) + 15 = 22.5
2	5(2) + 30 = 40	7.5(2) + 15 = 30
3	5(3) + 30 = 45	7.5(3) + 15 = 37.5
4	5(4) + 30 = 50	7.5(4) + 15 = 45
5	5(5) + 30 = 55	7.5(5) + 15 = 52.5
6	5(6) + 30 = 60	7.5(6) + 15 = 60

Fuente: Elaborado por el participante A10

Metodología

La metodología por la que se optó en este trabajo fue la cuantitativa. Una vez finalizado el diseño instruccional, se procedió a recolectar información. Para ello, se utilizó un cuestionario. Para la conformación del instrumento, se aplicaron ejercicios existentes dentro del libro propuesto por la DGB Veracruz. Asimismo, se aplicó un pretest con estudiantes de una generación previa, esta información permitió conocer con mayor profundidad el contexto real de la escuela y la población estudiantil. Otro aspecto destacable consistió en la elaboración de las problemáticas, las cuales se seleccionaron del libro del curso, esto con el fin de garantizar la validez y apego del instrumento a lo estipulado por los planes y programas de estudio oficiales del subsistema.

La información obtenida en el cuestionario permitió conocer el impacto de las acciones emprendidas mediante el análisis de ejercicios y problemáticas cuantificadas acorde al nivel de habilidades procedimentales. De igual manera, además de los registros y representaciones dentro de las diferentes problemáticas, se visualiza si existe una concreción de los objetivos estipulados al comienzo del estudio.

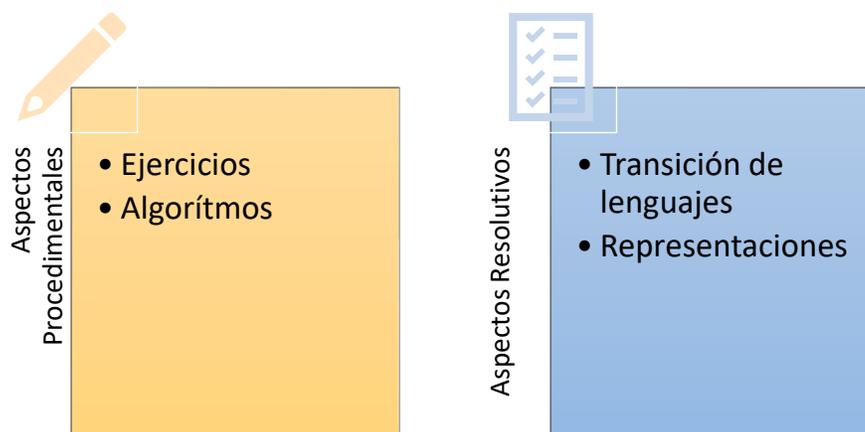
El instrumento fue aplicado a 40 estudiantes al finalizar la implementación del diseño instruccional. El muestreo seleccionado fue por conveniencia, debido a que los jóvenes menores de edad tenían que incluir el permiso consensuado y de participación de sus tutores y de ellos. Con el fin de salvaguardar la confidencialidad de los participantes,

se les asignó un código y número, comenzando con A1 hasta A40. Se les comunicó que, si querían abandonar la prueba, eran libres de realizarlo en el momento que desearan y que se omitirían los resultados que presentaran a lo largo de la realización del documento.

La aplicación no presentó incidentes y los participantes contestaron de manera honesta los cuestionamientos que se les indicaron. La prueba duró dos horas y ninguno de los miembros requirió de tiempo adicional. Se les solicitó que anotaran los procedimientos utilizados y, de ser posible, no borrarán los métodos incorrectos. El cuestionario incluyó un primer apartado donde se analizaron las habilidades procedimentales de los estudiantes al resolver ejercicios de función lineal, de los cuales se revisó si se conseguía realizar la gráfica, el dominio y el rango de esta (véase figura 4). Para el análisis estadístico, se consideró el conjunto de frecuencias (relativas y absolutas) de cada indicador, así como la media de respuestas de cada nivel de comprensión.

Por otro lado, el siguiente apartado contenía dos problemáticas: los participantes debían construir el modelo de función lineal que diera solución a la situación planteada. En este caso, se tomaron en consideración las respuestas esperadas (correctas), así como las incorrectas, las cuales se subdividieron en incomprensión y en una interpretación inadecuada. Para el caso de la incomprensión, se agruparon aquellos participantes que no hubieran comprendido el significado del enunciado y no hubieran creado un desarrollo a partir de este. Por otro lado, en la interpretación inadecuada se agruparon aquellos que sí lograron comprender la problemática, pero tuvieron una interpretación errada de las condiciones o variables dentro de la situación planteada.

Figura 4. Cuestionario



Fuente: Elaboración propia

Resultados

En la primera parte del cuestionario, los estudiantes resolvieron tres funciones donde tuvieron que obtener el dominio, rango, así como la gráfica de las funciones solicitadas. En el primer caso, donde la función fue $f(x) = 5$, correspondiente a una función lineal constante con un grado de dificultad bajo, los jóvenes obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Primer ejercicio de función lineal

$f(x) = 5$	Gráfica	Dominio	Rango
Procedimientos esperados	32 (80 %)	40 (100 %)	31 (77.5 %)
Procedimientos incompletos	8 (20 %)	0	9 (22.5 %)
No contestó	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En este caso, los participantes, en su mayoría, lograron llegar a los procedimientos esperados, realizaron los gráficos y obtuvieron el rango y el dominio, siendo este último donde todos lograron llegar a la respuesta esperada. Para el segundo ejercicio, correspondiente a una función lineal $f(x) = -2x + 5$, se encontró una similitud en cuanto a los valores previos, pues más de 60 % de los jóvenes obtuvieron respuestas esperadas en cada uno de los indicadores. Sin embargo, el dato que más resalta es el hecho de encontrar rubros sin contestar, es decir, momentos en los que los jóvenes no realizaron intento alguno por llegar a la respuesta solicitada (véase tabla 2).

Tabla 2. Segundo ejercicio de función lineal

$f(x) = -2x + 5$	Gráfica	Dominio	Rango
Procedimientos esperados	29 (72.5 %)	38 (95 %)	38 (95 %)

Procedimientos incompletos	6 (15 %)	0	0
No contestó	5 (12.5 %)	2 (5 %)	2 (5 %)

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tercer ejercicio, se incluyeron valores fraccionarios para la pendiente ($f(x) = \frac{1}{4}x + 5$), y los resultados muestran que se encontró una pequeña baja respecto a los dos anteriores. Aquí se presentaron algunos errores de parte de los participantes que les impidieron llegar a las respuestas esperadas en cuanto al proceso de graficación, pero no así en el dominio y rango, donde se mantuvieron los mismos valores que en las situaciones previas. Al igual que en el ejemplo anterior, hubo ocasiones en donde los participantes no contestaron la parte correspondiente del ejercicio (véase tabla 3).

Tabla 3. Tercer ejercicio de función lineal

$f(x) = \frac{1}{4}x + 5$	Gráfica	Dominio	Rango
Procedimientos esperados	20 (50 %)	37 (92.5 %)	38 (95%)
Procedimientos incompletos	12 (30 %)	0	0
No contestó	8 (20 %)	3 (7.5 %)	2 (5 %)

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la siguiente parte del cuestionario, donde se analizó el desempeño de los participantes al resolver una problemática aplicada, se encontraron situaciones semejantes a las obtenidas previamente. Por ejemplo, al analizar los dos problemas, se logra identificar concordancia al revisar los valores del planteamiento del modelo matemático. En este caso, los participantes tuvieron una alta incidencia de respuestas esperadas y solamente tres participantes dejaron en blanco la problemática (véase tabla 4).

Tabla 4. Planteamiento de modelos en problemáticas

	Problema 1	Problema 2
	Un estacionamiento cobra \$20 por su servicio y \$5 por cada hora. Determina su modelo de pago por hora.	Una aplicación de videos paga a sus creadores de contenido \$2000 por subir material nuevo y \$3 por cada reproducción de sus videos. Determina su modelo de ganancia por video visto.
Modelo esperado	38 (95 %)	34 (85 %)
Modelo incompleto	2 (5 %)	6 (15 %)
No contestó/Incomprensión	0	0

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los cuestionamientos para validar la función que brinde respuesta a la problemática propuesta, donde se les solicita que sustituyan y despejen valores con el fin de que los participantes logren comprobar su propuesta de solución y determinar si eran adecuados los planteamientos, los resultados mostraron de igual forma una concordancia respecto a lo obtenido (véase tabla 5).

Tabla 5. Validación del modelo

	Problema 1	Problema 2
	Con tu modelo planteado, determina el pago que	Con tu modelo planteado, determina el pago que recibirá el creador de

	realizaría un automóvil que permaneció cinco horas.	contenido si su último video tuvo 1250 reproducciones.
Respuestas esperadas	36 (90 %)	33 (82.5 %)
Respuestas incompletas	4 (10 %)	7 (17.5 %)
No contestó/Incomprensión	0	0

Fuente: Elaboración propia

Al analizar las restricciones de la función como el rango y dominio, se identificó una mejor comprensión dentro de las respuestas; aún más, se encontraron altos índices de procesos esperados en ambas problemáticas. Para el caso del dominio, se muestra en la tabla 6 los valores obtenidos.

Tabla 6. Análisis de dominio en problemáticas

	Problema 1	Problema 2
Respuestas esperada	38 (95 %)	38 (95 %)
Respuestas incompletas	2 (5 %)	2(5 %)
No contestó/Incomprensión	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del rango, los valores fueron semejantes a los que se presentaron en el dominio. No existieron jóvenes sin contestar este apartado y casi todos llegaron a la respuesta esperada (véase la tabla 7).

Tabla 7. Análisis de rango en problemáticas

	Problema 1	Problema 2
Respuestas esperada	36 (90 %)	35 (92.5 %)
Respuestas incompletas	2 (10 %)	2(7.5 %)
No contestó/Incomprensión	0	0

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para la graficación se encontraron situaciones que permitieron tener resultados semejantes en ambos casos. Los participantes, en un porcentaje superior a 80 %, consiguieron llegar a las respuestas esperadas, lo cual consolidó lo que previamente se había concretado en el análisis de los ejercicios de funciones. Otro factor que se destaca consiste en no encontrar participantes que dejaran las problemáticas sin contestar, lo cual muestra un grado de comprensión de la situación planteada (véase la tabla 8).

Tabla 8. Análisis de graficación en problemáticas

	Problema 1	Problema 2
Gráfica esperada	38 (95 %)	32 (80 %)
Gráfica no esperada	2 (5 %)	8 (20 %)
No contestó/Incomprensión	0	0

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Con base en los resultados obtenidos, se establece la importancia del uso del ABP, la cual es considerada una metodología centrada en el aprendizaje, la investigación y reflexión que siguen los estudiantes para llegar a la solución de la problemática planteada (Espinoza y Sánchez, 2014). El ABP mantiene un enfoque pedagógico multimetodológico y multididáctico encaminado a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Dueñas, 2001). Bajo esta estrategia, el estudiante debe mantener un autoaprendizaje y una constante gestión de su conocimiento con una orientación hacia el constructivismo. En este aspecto, el ABP retoma cada uno de los requisitos establecidos en el programa de estudios, dado que permite la inclusión de modelos matemáticos para la solución de problemáticas.

Para consolidar el ABP dentro del aula, es importante incluir las nuevas herramientas tecnológicas que se han desarrollado en los últimos años. La enseñanza a través de medio digitales ha creado un nuevo paradigma dentro de las estrategias docentes,

las cuales han mejorado los desempeños de los estudiantes, tal y como lo señalan investigaciones como la de Fornari et al. (2017), testimonios en los que, a través de una educación virtual, se ha logrado disminuir los índices de reprobación en asignaturas complejas como la de cálculo diferencial. De igual forma, Molina y Romero (2010) crearon un ambiente de aprendizaje móvil basado en un microaprendizaje en un curso del Tecnológico de Monterrey en el que se aprovecharon las ventajas que ofrecen los nuevos *smartphones* para promover una enseñanza con intervalos cortos, con mayor productividad y accesibilidad.

A su vez, los resultados muestran que el ABP ayuda a cumplir con los objetivos propuestos dentro del plan de estudios de la DGB (2018b), es decir, a promover elementos críticos y reflexivos para la solución de problemáticas propias del contexto de los jóvenes, se presenta una mejor comprensión de los contenidos, siendo este el caso de la función lineal. Los resultados de la presente investigación muestran que se presentó un buen desempeño por parte de los participantes dentro de sus habilidades procedimentales para resolver ejercicios, además de una buena comprensión y procedimientos adecuados para la solución de las problemáticas planteadas.

En el caso de las habilidades procedimentales de los participantes, se identificó un adecuado desarrollo por parte de los jóvenes, quienes obtuvieron en su mayoría respuestas esperadas en los tres ejercicios propuestos. Si bien se mantuvo un enfoque de ABP, el cual implica una metodología centrada en el aprendizaje, investigación y reflexión (Espinoza y Sánchez, 2014), durante el desarrollo del diseño se establecieron canales de reforzamiento a través de enfoques de repetición de ejercicios que permitieron a los estudiantes consolidar y mejorar el desarrollo procedimental. Esto permite abrir una nueva ruta donde la metodología no solo se centre en un único enfoque de enseñanza, sino, por el contrario, incluya diferentes métodos de acuerdo con las necesidades y contextos de los estudiantes para construir mejores estrategias para los docentes de bachillerato.

Al analizar las problemáticas planteadas, se encuentra una relación con lo propuesto por Fornari et al. (2017), ya que se identificó una mejora en los desempeños de los estudiantes al implementar una educación virtual, la cual debe estar bien sustentada dentro del diseño instruccional y el conjunto de actividades propuestas en cada módulo o unidad. De igual forma, existe similitud con la visión de Molina y Romero (2020), debido

a los beneficios obtenidos al incluir el microaprendizaje sustentado en el *mobile learning*, el que ha creado en esta investigación un nuevo paradigma donde el teléfono móvil se convierte en una herramienta dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, los resultados respaldan la metodología utilizada, el ABP como estrategia para la enseñanza de la función lineal en un microcurso a través de dispositivos móviles, siendo este un aporte que se diferencia de otros donde solo se analiza al ABP desde un entorno presencial, o en algunos casos mediado por tecnología, pero sin considerar al *mobile learning* y al uso de microcursos para motivar el aprendizaje. Esto crea un escenario para construir nuevos cursos más adaptados a las necesidades de los estudiantes y del desarrollo tecnológico en el que se encuentra la sociedad.

Conclusión

La actual era digital ha permitido que cada año existan tecnologías emergentes que incorporen un nuevo horizonte de posibilidades para mejorar las estrategias de enseñanza. En los últimos años, metodologías como el ABP han tenido un fuerte desarrollo dentro de diversas propuestas, pero la presente vinculó el uso de situaciones-problema mediado por el *m-learning*, lo cual no solo mejoró la perspectiva de los jóvenes hacia las matemáticas, sino que incorporó una nueva estrategia más actualizada y con mayor afinidad para los estudiantes.

Los resultados mostraron que los participantes tuvieron una mejor comprensión de conceptos como el de *rango* y *dominio*, los cuales, en situaciones normales, resultan complejos de analizar. De igual manera, el desarrollo alcanzado por los participantes al resolver las problemáticas evidencia una adecuada transición entre los saberes procedimentales, entre lenguaje natural hacia uno matemático.

Al comienzo del estudio se planteó si la presente propuesta mejoraría el desempeño de los estudiantes en su comprensión de la función lineal y los elementos que lo rodean. Los resultados muestran que este estudio cumple con dicho propósito, lo cual permite

expandir este tipo de metodologías para construir objetos de aprendizaje con una orientación hacia el desarrollo de tecnología y el impulso de los medios emergentes.

Finalmente, se establece que el uso de dispositivos móviles no son un enemigo dentro del salón de clases, por el contrario, pueden emerger como un importante aliado para el proceso de enseñanza. Gracias a la construcción de nuevos objetos de aprendizaje y propuestas como la presente, la enseñanza de las matemáticas a nivel bachillerato está cada vez más acorde al siglo en el que se están desarrollando.

Futuras líneas de investigación

De acuerdo con los resultados obtenidos, se obtuvieron dos perspectivas importantes. La primera consiste en la creación de más unidades y diseños que amplíen la metodología propuesta para la futura construcción de un curso de Matemáticas IV con el mismo enfoque con el que se ha trabajado en el módulo. Así, se priorizará el uso de recursos tecnológicos como los dispositivos móviles que fomenten el *m-learning* en conjunción con elementos más interactivos y de mayor agrado para los estudiantes. Considerando que el bachillerato es el nivel educativo donde mayor existe el mayor índice de reprobación dentro del sistema educativo mexicano (Inegi, 2020), es importante actualizar y promover la construcción de cursos con contenido más dinámico y adaptado al uso de las tecnologías emergentes en conjunción con metodologías como el *m-learning*.

El segundo aspecto consiste en el desarrollo actitudinal de los participantes. Se trata de identificar a las matemáticas como una disciplina donde puedan impulsar habilidades para un pensamiento crítico y reflexivo mediante el uso de recursos más adaptados a las nuevas necesidades y requerimientos del siglo actual, con enfoques actualizados y pertinentes a la era digital en la que se encuentra el proceso educativo.

Referencias

Albanese, M. and Mitchell, S. (1993). Problem-based Learning. A Review of the Literature, Its Outcomes and Implementations Issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.

- Alzate, E., Montes, J. y Escobar, R. (2013). Diseño de actividades mediante la metodología ABP para la enseñanza de la matemática. *Scientia et Technica*, 18(3), 542-547. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84929154015>.
- Brazuelo, F. y Gallego, D. (2011). *Mobile learning*. Ponencia presentada en el XVI Congreso Internacional de Tecnologías para la Educación y el Conocimiento. Madrid, 2011.
- Brazuelo, F. y Gallego, D. (2014). Estado del *mobile learning* en España. *Educación em Revista*, (4), 99-128. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155037796007>.
- Dirección General del Bachillerato [DGB]. (2018a). *Matemáticas I. Programa de estudios. Primer semestre*. México: Subsecretaría de Educación Media Superior. Recuperado de <https://dgb.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2021/10/Matematicas-I.pdf>.
- Dirección General del Bachillerato. (2018b). *Matemáticas IV. Programa de estudios. Cuatro semestre*. México: Subsecretaría de Educación Media Superior. Recuperado de <https://dgb.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2021/10/Matematicas-IV.pdf>.
- Dueñas, V. (2001). El aprendizaje basado en problemas como enfoque pedagógico en la educación en salud. *Colombia Médica*, 32(4), 189-196. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28332407>.
- Escobar, F., Ávila, G. y Suárez, L. (2022). Herramientas para la implementación del ABP y Dipping en ingeniería en modalidad híbrida. *Sinéctica*, (58). Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-109X2022000100205&script=sci_arttext.
- Espinoza, C. y Sánchez, I. (2014). Aprendizaje basado en problemas para enseñar y aprender estadística y probabilidad. *Paradigma*, 35(1). Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512014000100005.
- Fornari, A., Cargin, C., Pigatto, P. y Coimbra, E. (2017). Cálculo Diferencial e Integral e Geometria Analítica e Álgebra Linear na educação a distancia. *Ciência &*

Educação, 23(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251051215012>.

Gómez, N. y Pulido, H. (2015). La importancia de los modelos de aprendizaje *e-learning*, *b-learning* y *m-learning* en los sistemas educativos. Ponencia presentada en el XII Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia. León, del 13 al 15 de mayo de 2015. Recuperado de http://congresos.cio.mx/memorias_congreso_mujer/archivos/sesion5/S5-CS18.pdf.

Herrera, H. y Padilla, R. (2020). *Nivel de aprendizaje conceptual de la derivada*. España: Editorial Académica Española.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi]. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.

Molina, J. y Romero, D. (2010). Ambiente de aprendizaje móvil basado en microaprendizaje. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 5(4). Recuperado de <http://rita.det.uvigo.es/201011/uploads/IEEE-RITA.2010.V5.N4.A7.pdf>.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2018). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo. Lectura, matemáticas y ciencias*. París, Francia: OECD Publishing.

Prensky, M. (2003). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1200802.pdf>.

Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas: una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8(1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/834/83400803.pdf>.

Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2008). Acuerdo número 447 por el que se establecen las competencias docentes para quienes impartan educación media superior en la modalidad escolarizada. *Diario Oficial de la Federación*.

Villa, H., Tapia, F. y López, C. (2010). Aprendizaje ubicuo en la enseñanza de las matemáticas. *Revista Estudios Culturales*, 5(1), 123-136. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3739983>.

Habilidades tecnológicas del cálculo diferencial en el bachillerato
Technological skills of differential calculus in high school

Helí Herrera López¹; Reyna Moreno Beltrán²

hherreralopez@hotmail.com; reyna.moreno@uaq.mx

Universidad Veracruzana; Universidad Autónoma de Querétaro

ID ORCID: 0000-0003-4257-8794¹

0000-0002-5307-0921²

Resumen

Al reflexionar sobre las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes de cálculo diferencial del siglo pasado resalta por encima de todas, una enseñanza centrada en el docente con un enfoque de transmisión – recepción donde la incorporación de tecnologías resultaba poco viable. A pesar de los nuevos desarrollos tecnológicos de los últimos veinte años, los docentes de cálculo diferencial y de matemáticas siguen sin incorporar a sus clases el uso de herramientas digitales. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la visión de los estudiantes más allá de un número, explorar a través de un cuestionario su perspectiva sobre el uso de elementos tecnológicos en el aula, el manejo del docente frente a la incorporación de dichos medios, así como la opinión sobre su inclusión en la asignatura de cálculo diferencial, con miras a un mejor desempeño académico y docente. Se utilizó un enfoque cuantitativo a través de un cuestionario, éste contemplaba dimensiones de valoración y perspectiva de los participantes al incluir aspectos tecnológicos en las clases de cálculo diferencial. Los resultados muestran coherencia con investigaciones previas sobre las dificultades del cálculo. Sin embargo, el presente estudio abre una visión general de elementos cuantitativos de los jóvenes sobre los dispositivos digitales enfocados a la enseñanza del cálculo, los cuales permiten crear conciencia en los docentes para mostrarles una propuesta de solución ante las fuertes problemáticas existentes entorno al curso de cálculo diferencial.

Palabras

cálculo diferencial, habilidades tecnológicas, bachillerato

clave

Abstract

Looking in the teaching strategies used by teachers of differential calculus in the last century, it result very common to see a teacher-centered approach with a transmission-reception method where the incorporation of new technologies was not very viable. Despite the new technological developments of the last twenty years, teachers of differential calculus and mathematics still do not incorporate the use of new digital tools in their classes. This research seeks to analyze the vision of students beyond a number, transcending to their opinion to understand the advantages they find when incorporating technological elements into mathematics classes, as well as the impact that would be obtained in a future implementation. The research use a quantitative approach which contemplated dimensions of perspective and appreciation of the participants when including technological aspects in differential calculus spaces. The results shows coherency with previous researches about the difficulties that students have through differential calculus courses. In this way, an analysis of the current use of technological tools will be provided, as well as the existing future vision in the minds of youths about a more generalized use in differential calculus classes. This is intended to create awareness in teachers and show them a proposed solution to the strong problems existing in the differential calculus course.

Key words:

differential calculus, technological skills, high school

Introducción

El desarrollo tecnológico de la sociedad en los últimos cincuenta años ha incorporado una serie de modificaciones dentro del panorama mundial de todos los sectores productivos.

¹ Universidad Veracruzana, México

² Universidad Autónoma de Querétaro, México

Las diferentes actividades han consagrado importantes avances, desde el progreso de las cadenas de suministro hasta las de producción permiten una visión de facilidad dentro de las acciones que se desarrollan dentro de dichos procesos. La educación como parte fundamental del progreso social, económico y cultural de las naciones también se ha visto beneficiada por los avances alcanzados en los últimos años, los cuales crean una imagen nueva sobre las diferentes estrategias por utilizar en las aulas.

En el caso exclusivo de México, los resultados obtenidos en las pruebas estandarizadas como PISA, evidenciaron el gran retroceso que existía al comienzo del nuevo siglo. Los procesos educativos se mantenían bajo la misma perspectiva de los últimos cincuenta años, lo cual se conjuntaba con las particularidades de los diferentes contextos existentes a lo largo del territorio nacional. Este conjunto de particularidades, creó un conjunto de estrategias por parte del gobierno federal para actualizar los procesos educacionales, bajo una serie de programas tecnológicos como Enciclomedia, las políticas educativas comenzaron a dar un giro hacia la incorporación de tecnología en la formación de jóvenes.

Al analizar las estrategias implementadas por el gobierno federal, quedó pendiente el nivel medio superior, debido a la falta de uniformidad dentro de su estructura. Ante esta situación, en el 2008 se fomentó la incorporación de una Reforma Integral a la Educación Media Superior (RIEMS). Los pilares que se proponían consistían en crear un marco curricular común, ya que cada entidad federativa tenía diferentes planes y programas de estudio, ocasionando diversas problemáticas en la aplicación de políticas educativas nacionales. Otro factor importante fue la inclusión de una educación basada en competencias, considerando no solamente los contenidos y procedimientos dentro de las aulas, sino la promoción, desarrollo y obtención de habilidades, actitudes y saberes dentro de su proceso formativo.

De esta manera el bachillerato en México incluyó elementos tecnológicos dentro de sus competencias por desarrollar, a su vez priorizó el uso de herramientas digitales como recurso adicional para crear jóvenes más competentes y adecuados a los requerimientos que el contexto global solicitaba. A pesar de las nuevas normativas impuestas por el estado mexicano, asignaturas como cálculo diferencial han evidenciado

tener un poco desarrollo tecnológico dentro del aula, ocasionando un conjunto de problemáticas las cuales han sido analizadas desde diferentes enfoques.

Si se analizan las estrategias de enseñanza del cálculo diferencial se encuentra una mayor preferencia de parte de los docentes por un modelo tradicional de enseñanza (Martínez et al., 2016) donde se le brinda una mayor atención al conjunto de procesos desarrollados dentro del aula (Alfaro & Fonseca, 2019). Si se reflexiona en la etapa generacional existente en los docentes, se visualiza una correlación directa con lo establecido por Prensky (2008) quienes los considera como inmigrantes digitales, quienes tienen dificultades para adaptarse al uso de tecnología, disminuyendo su habilidad dentro de la implementación y manejo de dichas herramientas (Trejo, 2019).

Aportes como el de Escobar y Nachev (2017) resaltan la complicación que viven muchos docentes al querer incorporar elementos tecnológicos dentro de las clases. Siendo muchos de los analizados conscientes de la importancia de este tipo de herramientas para consolidar una mejor estrategia de enseñanza, tal como López (2007) también establece en su aporte investigativo. Sin embargo, las carencias o falta de conocimiento de los alcances digitales ocasionan una inadecuada comprensión de las ventajas de este tipo de acciones. Siendo esto un factor discordante con lo que la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2008) establece como prioridad dentro de los aspectos de egreso de los estudiantes del nivel medio superior.

Investigaciones como la de Escudero et al. (2005) establece la importancia de crear sistemas de representación a través de recursos tecnológicos, de tal manera que los jóvenes no solo se enfoquen en una transmisión de conocimientos, sino la creación de una imagen del concepto dotada desde múltiples registros (Duval, 1999), como lo son el internet, los recursos multimedia, entre otros. A su vez Sabogal et al. (2013) han estudiado el beneficio creado por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) dentro de la formación de los estudiantes, al visualizar un impacto no solamente desde el lado cuantitativo, sino desde la dimensión afectiva y actitudinal de los jóvenes.

Si se consideran los beneficios estudiados de las TIC en el desarrollo de los cursos de cálculo. Es posible analizar el impacto que genera el uso de dichas herramientas en el aula, así como la visión creada de parte del estudiante, siendo ellos los principales críticos dentro de su proceso de implementación. Esta investigación toma como referente este

conjunto de opiniones y perspectivas sobre la incursión de tecnología en las clases de cálculo, lo cual busca complementar lo propuesto por Herrera et al. (2021) en aportes previos, pero desde un enfoque cuantitativo.

El objetivo establecido en la presente investigación, consiste en analizar los elementos valorativos encontrados dentro de la visión de los estudiantes a través de 4 ejes: el manejo de tecnologías dentro del aula, el nivel de aplicación de dichos elementos por parte del docente, las habilidades de los estudiantes en las herramientas tecnológicas y su visión sobre el impacto que tendrían dichas herramientas en el curso de cálculo diferencial.

Metodología

Para esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo a través de la aplicación de un cuestionario cerrado, para conocer una opinión más certera de los participantes se incluyó la escala Likert, ésta se encuentra estructurada por dos extremos recorriendo un continuo desde favorable hasta desfavorable con un punto medio neutral (Arnao & Benites, 2013). Al utilizar este tipo de instrumento, las opiniones no solamente se basan en aspectos dicotómicos, sino que existen una mayor profundidad sobre la visión de los concursantes en cada cuestionamiento.

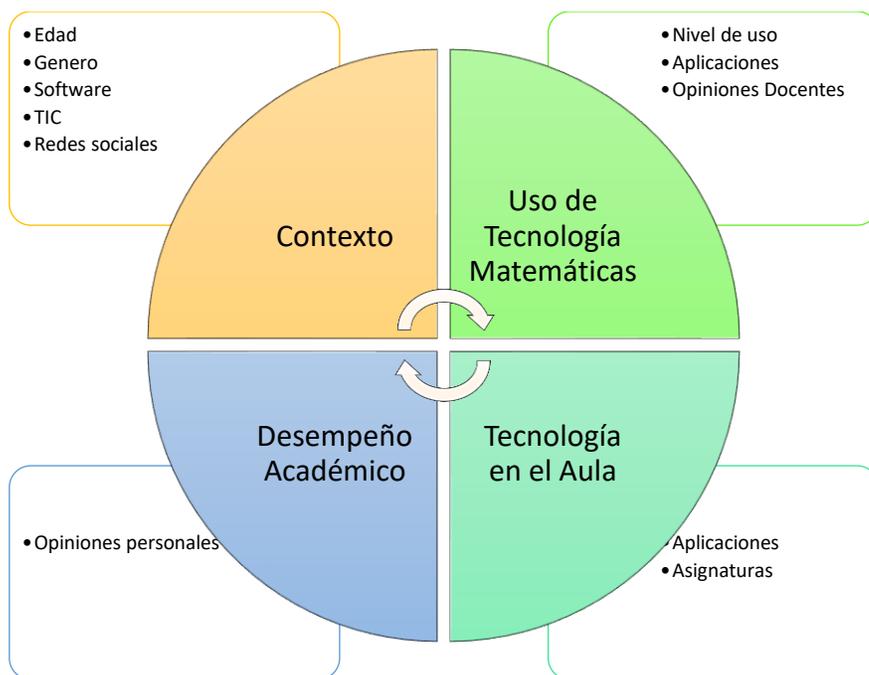
El estudio se realizó con una población de 60 estudiantes de bachillerato quienes formaban parte del área propedéutica de físico matemáticas y ya habían finalizado el curso de cálculo diferencial. Los estudiantes no resolvieron ninguna problemática relativa al curso de cálculo diferencial, las preguntas estuvieron basadas en sus experiencias al usar las TIC dentro de sus clases, así como la conexión existente entre su desempeño académico en relación con su nivel de apreciación y valoración del curso.

Las preguntas se crearon entorno al análisis de 4 aspectos importantes de esta investigación (Ver esquema 1): contexto de los participantes, uso de tecnología en matemáticas, opinión sobre la tecnología en el aula, desempeño académico. De esta manera se analiza desde los factores propios del entorno, así como el impacto que consideran se alcanza con el uso de herramientas tecnológicas y el aprovechamiento obtenido dentro de su desempeño académico. En el caso de los cuestionamientos abiertos, se incluye una pregunta donde se les invita a externar su opinión personal acerca del uso

de software matemático en las clases de cálculo, tomando este ítem como un elemento importante al comparar con las preguntas cerradas.

Esquema 1

Secciones del Instrumento



Nota: El esquema muestra cada una de las secciones asignadas en el instrumento, elaborado por los autores, (2021).

Para obtener respuestas con un mayor grado de objetividad, se proporcionó un acuerdo de confidencialidad de la información, así como un permiso consensuado. Ambos formatos permiten a los participantes mayor libertad de opinar y en determinado momento si así lo desean, permitirles retirar su aporte sin que exista repercusión alguna. A su vez brinda mayor seguridad a la información, la cual se encontrará respaldada con todos los elementos contenidos, a pesar de la existencia de cualquier incidencia.

El primer conjunto de preguntas contenía información sobre su contexto. En este apartado se busca conocer más allá de la edad y genero de los participantes, siendo también importante saber si cuentan con dispositivos electrónicos, software matemático, paquetería office, así como su manejo y uso de redes sociales dentro de su vida cotidiana. Con esta información se establecen el conjunto de características de los participantes, siendo importantes para el desarrollo de los demás factores por analizar.

El conjunto de preguntas de esta sección incluye la información elemental de los participantes. Los datos recabados consolidan un primer acercamiento al entorno en el que se encuentran los jóvenes y permite conocer los alcances tecnológicos desde una dimensión más amplia debido a la inclusión de aspectos no solo matemáticos, sino aquellos propios de su vida y contexto cotidiano. En estos cuestionamientos las opciones no eran únicas para algunos ítems debido a la importancia de conocer las diferentes herramientas utilizadas por los jóvenes, así como las aplicaciones que consideran importantes para su desarrollo cotidiano.

El siguiente apartado analiza el impacto visualizado por parte de los estudiantes al incorporar las TIC dentro de sus clases de matemáticas, considerando no solamente la asignatura de cálculo diferencial, sino el conjunto de cursos relativos al campo disciplinar de matemáticas. Los ítems obtenidos en esta sección brindarán una mejor apreciación de la opinión presentada por los jóvenes al incluir estas herramientas dentro de su proceso de formación y en especial en los cursos de matemáticas.

Para este caso las preguntas estaban acorde a la escala Likert, se consideró importante conocer la intensidad de manejo de las TIC en las clases a través de diferentes aplicaciones tales como incorporación dentro de las clases, como herramienta auxiliar para una actividad o ejercicio, para la realización de asignaciones extra clase o incluso para la construcción de un proyecto dentro del curso. Estas perspectivas consolidan un segundo momento de análisis para ubicar el nivel de utilidad dentro del contexto matemático tanto de participantes como del docente a cargo.

La tercera sección engloba aspectos propios del uso de elementos tecnológicos en el aula. De esta manera se incluye una visión global de los sucesos ocurridos al utilizar este tipo de herramientas, se conocerán las ventajas y desventajas observadas, así como su opinión sobre las áreas de oportunidad y los beneficios alcanzados al incluir los medios digitales dentro de su formación académica. Por último, en la cuarta sección se incluye una pregunta abierta que determinará su opinión acerca del impacto de las TIC en el curso de cálculo diferencial lo cual permitirá conocer el alcance de esta experiencia desde su perspectiva.

La información recabada en estos últimos apartados consolida las visiones recabadas en las dos primeras dimensiones. No solo se trata de conocer si aplican las TIC

en su vida o en las clases de matemáticas, el análisis trasciende estos elementos y busca conocer de manera íntegra el impacto de las herramientas tecnológicas en su desempeño académico y en la comprensión de las temáticas propias del cálculo. De esta manera se conoce si los jóvenes consideran a las TIC como un aliado para su formación o si, por el contrario, piensan que no es necesaria para desarrollar sus habilidades.

Finalmente, los datos obtenidos fueron almacenados en una matriz de información para consolidar cada una de las respuestas obtenidas a través de las categorías establecidas, así como las observaciones presentadas durante la implementación del instrumento, esto permite crear una sistematización de toda la información en un apoyo estadístico más comprensible y manejable. Una vez que organizada la información, se realizó un proceso de esquematización y representación a través de recursos gráficos lo cual brinda una mejor noción de las dimensiones analizadas para una correcta exposición de los resultados obtenidos.

Resultados

Retomar las dificultades existentes en la enseñanza del cálculo diferencial, suele remitir a aspectos cuantitativos, donde se analizar si los jóvenes llegan o no a una respuesta esperada. Este conjunto de información contiene aspectos sin duda importantes, pero olvida considerar la opinión y sentir de los jóvenes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los resultados obtenidos, demuestran que los jóvenes están conscientes de la importancia de la tecnología en las clases de cálculo diferencial. Aunque no gozan de un nivel elevado de habilidades y desarrollo tecnológico de las diferentes aplicaciones y software matemáticos que existen, muestran una simpatía por un curso renovado, más interactivo y con una visión más reflexiva.

Las respuestas obtenidas se clasificaron acorde a las secciones establecidas en el instrumento. Considerando el contexto de los participantes, el manejo de TIC en las clases de matemáticas, así como la incorporación de dichos elementos tecnológicos en otras disciplinas del bachillerato; por último, se analizó el impacto que ellos consideran pudiera tener el uso de TIC en las clases de cálculo diferencial, siendo este último aspecto uno de los factores más importantes encontrados en este estudio. A continuación, se muestra el análisis por sección:

Tabla 1*Contexto de los participantes*

Sección 1. Contexto de los participantes				
10. Edad promedio de los participantes				
17.6 años				
11. Género				
Hombres			Mujeres	
46 (77%)			14 (23%)	
4. De los dispositivos electrónicos que hay en tu hogar. ¿Cuál fue el que más utilizas para realizar las actividades virtuales de la escuela?				
Laptop	Computadora Escritorio	Tableta	Teléfono móvil (Celular)	Otro
3 (5%)	18 (30%)	5 (8%)	34 (57%)	0

Nota. Consideraciones del contexto de los participantes, elaborado por los autores, (2021).

Al reflexionar sobre la información más importante sobre el contexto de los jóvenes, se aprecia un efecto similar al reportado en investigaciones de Rojas & Correa (2014) donde se establece una mayoría de sexo masculino respecto al femenino. A su vez, la edad de los participantes resultó estar acorde a lo estandarizado por el nivel educativo. Por otro lado, al visualizar las respuestas obtenidas sobre el uso de los dispositivos electrónicos, existe una clara tendencia al uso de dispositivos móviles, los cuales se han convertido en una herramienta adicional dentro del proceso formativo de los estudiantes, para este estudio resulta importante que más del 50% de los jóvenes prefieran usar esta tecnología en lugar de una computadora.

Por su parte en la segunda sección se reflexiona entorno al uso de TIC en las clases de cálculo diferencial. Los resultados mostraron una noción elemental por parte de los jóvenes de los principales softwares para crear y exhibir sus productos, este aspecto probablemente tenga una relación con el desarrollo de la situación global actual. En cuanto al uso de software matemático, existe un dato importante, los jóvenes no han alcanzado un buen desarrollo y manejo de dichas herramientas, debido a una mayor preferencia por

resolver solamente ejercicios de manera procedimental física, sin llegar a comprobar sus respuestas mediante el uso de estas aplicaciones matemáticas.

La mayoría de los encuestados tuvieron una preferencia por el uso de GeoGebra, siendo esta la más utilizada con más del 50% de preferencia, mientras que las demás opciones solo cuentan con pocas menciones de los jóvenes. Por último, entre los usos más destacados de este tipo de herramientas destaca la validación de sus procedimientos, los cuales no fueron solicitados por el docente, pero son manejados por los jóvenes como una alternativa para conocer si sus respuestas son adecuadas o no. En la tabla 2, se muestra en detalle este conjunto de opiniones.

Tabla 2.

Uso de TIC en clases de Matemáticas

Sección 2. TIC en clases de Matemáticas				
12. Al entregar tus actividades de matemáticas. ¿Cuál de las siguientes opciones has utilizado para realizarlas?				
Fotografía	PDF	PowerPoint	Prezi	Canvas
37 (62%)	12 (20%)	2 (3%)	2 (3%)	7 (12%)
13. En clases de matemáticas. ¿Tu docente te ha solicitado utilizar algún software matemático?				
SI		NO		
4 (7%)		56 (93%)		
14. A pesar del uso o no de software matemático en clase. ¿Para qué utilizas estas herramientas?				
Comprobar resultados	Auxiliar en problemas de tarea	Copiar la respuesta	Otro	
26 (43%)	16 (27%)	14 (23%)	4 (7%)	
15. ¿Cuál de los siguientes softwares matemáticos prefieres utilizar?				
GeoGebra	WolframAlpha	Photomat	Derive	
32 (53%)	9 (15%)	7 (12%)	10 (17%)	

Nota. Manejo de software matemático en clases de matemáticas, elaboración por los autores, (2021).

En la siguiente sección se analizó una perspectiva global sobre el uso de tecnología en sus clases, las cuales podían no ser necesariamente de matemáticas o cálculo diferencial. Para este caso se observó una mejor perspectiva en los jóvenes sobre la incorporación de tecnología en el aula. Sin embargo, consideran que no cuentan con un buen dominio de las herramientas tecnológicas lo cual no permite alcanzar el total de ventajas existentes dentro del uso de cada aplicación. En la tabla 3, se muestra este conjunto de elementos.

Tabla 3

Uso de TIC en el aula

Sección 3.				
4. En otras clases distintas a matemáticas, ¿Has utilizado herramientas tecnológicas o algún software para realizar tus actividades?				
SI		NO		
49 (82%)		11 (18%)		
5. ¿Cuál es tu dominio de las aplicaciones o software que utilizas para realizar tus actividades?				
Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Insuficiente
5 (8%)	9 (15%)	17 (28%)	19 (32%)	10 (17%)
6. De las siguientes aplicaciones, selecciona cuál es la que más utilizas para realizar tus actividades escolares				
Word	PDF	Canvas	Otro	
23 (38%)	20 (33%)	14 (23%)	3 (5%)	

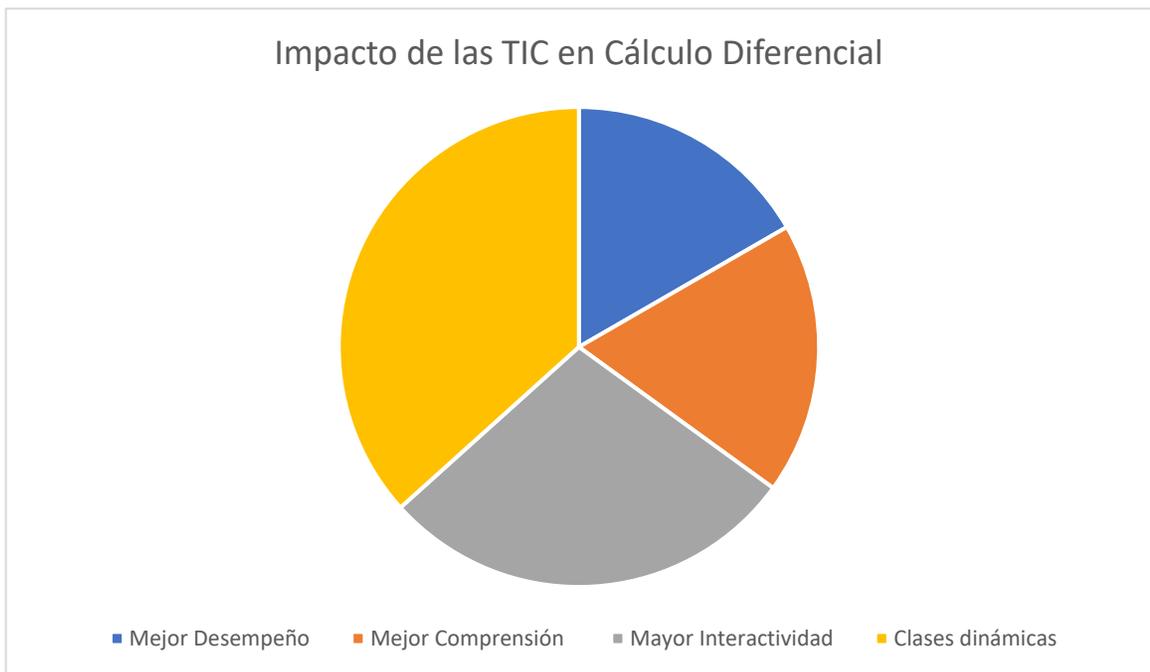
Nota. Clasificación del uso de tecnología en actividades escolares, elaboración por los autores, (2021).

Por último, en la última pregunta la cual fue abierta. Se les pidió a los jóvenes analizar el impacto del uso de las TIC en en el curso de cálculo diferencial. Bajo la diversidad de opiniones obtenidas, se decidió categorizar las respuestas acorde a 4 opciones: i) mejora de desempeño, ii) Mejor comprensión, iii) Mayor interactividad, iv)

Clases más dinámicas. Si se analiza la información de la Gráfica 1, los jóvenes consideran que las clases de cálculo podrían ser más dinámicas si se incorpora la tecnología, lo cual es seguido de una mayor comprensión; si se suman estas opciones su porcentaje es mayor al 50% siendo este dato un factor importante por considerar en futuros diseños del curso. Por último, se destaca que ningún joven visualizó a las TIC como un factor negativo en los cursos de cálculo, por el contrario, todas las opiniones se englobaron en el conjunto de ventajas existentes desde su perspectiva.

Gráfica 1.

Impacto de las TIC en Cálculo Diferencial.



Nota. Categorización del impacto de las TIC en el curso de cálculo diferencial, elaboración por los autores, (2021).

Discusión

Al reflexionar sobre los resultados obtenidos, se encuentra concordancia con lo que plantea Martínez et al. (2016) sobre la negativa existente en los maestros de matemáticas y en específico de cálculo diferencial para la implementación de nuevas estrategias de enseñanza. Esta situación resulta un factor normal en los cursos de transmisión pasiva (De Zubiria, 1994), los cuales se encuentran centrados en el docente, siendo una característica de este enfoque la falta de participación de los estudiantes en las

sesiones. De igual manera existe una similitud con lo propuesto por Alfaro & Fonseca (2019) debido a la concordancia en cuanto a las prioridades de los docentes de matemáticas quienes prefieren analizar los elementos procedimentales, en lugar de la comprensión y reflexión de los contenidos.

Por otro lado, existió una discrepancia con lo planteado por Escudero et al. (2005) quien mencionaba que los docentes de matemáticas conocían las ventajas del uso de las TIC en el aula y mostraban una clara tendencia a utilizarla en sus sesiones; este hecho resultó no concordar debido a la opinión de los jóvenes quienes detallan el uso de elementos tecnológicos en sus entregas, pero no forman parte de la estructura ni creación de la actividad, por el contrario, esto solo se limita al formato de entrega el cual resulta ser en fotografía.

En cuanto al uso de software matemático, se corroboró lo planteado por Sabogal et al. (2013) quien establecía que los usos principales consistían en obtener un modelo alternativo de comprobación, lo cual resulta importante debido a la falta de retroalimentación de los docentes de matemáticas (Riego, 2013). De esta manera, los jóvenes obtienen una representación adicional de los procesos que están realizando (Castro et al., 2017), permitiendo obtener una mayor certeza de la validez de sus procedimientos, siendo este elemento un factor importante dentro del desarrollo del pensamiento matemático.

Por último, se establece una similitud con lo propuesto por Sabogal et al. (2013) quien menciona las ventajas de incorporar las TIC en las clases de matemáticas. En este punto los jóvenes visualizan aspectos positivos en su totalidad, lo cual concuerda con la visión de Prensky (2008) sobre los nativos digitales, quienes prefieren en su gran mayoría vincular sus aprendizajes a través de herramientas más interactivas y dinámicas, centradas en el estudiante y no en el docente.

Conclusiones

La información obtenida en esta investigación, permite conocer una perspectiva diferente a la usual. Los estudios realizados referente a las problemáticas del cálculo diferencial se encuentran centradas en analizar las causas, siendo estas revisadas en múltiples ocasiones. Sin embargo, el objetivo propuesto consistía en trascender a la problemática y reflexionar

sobre una posible solución, la incorporación de tecnología dentro de los cursos de cálculo diferencial.

De esta manera se visualizó más allá del número, centrándose en la perspectiva de los estudiantes, las ventajas encontradas, así como las dificultades visualizadas al momento de querer incorporar elementos tecnológicos dentro de sus sesiones. Conocer el entorno de los estudiantes quienes prefieren utilizar un celular en lugar de una computadora, permite crear estrategias centradas en el uso de este dispositivo, como lo es el m – learning. Con esta información, se abre el panorama para crear estrategias más adaptadas al entorno y era digital propia de los jóvenes, quienes prefieren una mayor interactividad por encima de cualquier proceso lineal.

Al reflexionar sobre la situación actual dentro del contexto global de la pandemia, la primera impresión consistiría en un aumento de las habilidades digitales de los estudiantes a través de las nuevas clases virtuales. Sin embargo, en esta investigación se detalla lo contrario, debido al manejo de los docentes de las sesiones, quienes siguen priorizando los procedimientos por encima que cualquier otra dimensión (López et al., 2018) lo cual se deja evidenciado con el poco uso de software matemático dentro de sus sesiones. Resulta paradójico las ventajas visualizadas de parte de los alumnos al incorporar las TIC en una asignatura difícil como lo es cálculo diferencial, a pesar de no contar con la experiencia interactiva dentro de sus sesiones.

Visualizar los elementos positivos proporcionados por la tecnología, debería ser visto como un elemento común, derivado de los últimos avances científicos, siendo estos un motor para la creación de condiciones para facilitar los procesos y mejorarlos. Sin embargo, al trasladar el panorama mundial al sistema educativo mexicano y latinoamericano se visualiza aun una resistencia a cambiar estrategias y al incursionar en el desarrollo de herramientas tecnológicas, lo cual discrepa con el avance que se está teniendo a nivel global.

La investigación busca abrir el panorama de los maestros de cálculo, no solamente dentro de la educación media superior, sino en el nivel universitario, lugar donde más deserción y abandono existe debido a la falta de comprensión de los conceptos básicos del cálculo. En este punto de inflexión en el que se encuentra la educación, es necesario crear nuevas alternativas, construir puentes e incorporar herramientas para brindar una

educación actualizada para una nueva generación. No se puede seguir enseñando con un enfoque del siglo pasado, cuando el mundo ya se encuentra en una nueva fase, esa es la tarea para los maestros en los años venideros.

Referencias

- Alfaro, C., & Fonseca, J. (2019). Propuesta metodológica para la enseñanza del cálculo diferencial e integral en una variable mediante la resolución de problemas para profesores de matemática en formación inicial. *CLAME*, 32(2).
<http://funes.uniandes.edu.co/14042/>
- Arnao, M., & Benites, P. (enero – junio, 2013). Competencia comunicativa y mapas conceptuales. Validación de una escala de Likert. *UCV Hacer*, 2(1).
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521752180011>
- Castro, M., González, M., Flores, S., Ramírez, S., Cruz, M., & Fuentes, M. (2017). Registros de representación semiótica del concepto de función exponencial. Parte I. *Revista entre ciencias*, 5 (13).
<http://dx.doi.org/10.21933/J.EDSC.2017.13.218>
- Diario Oficial de la Federación. (2008). *Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato*. México: Diario Oficial de la Federación.
- De Zubiría, J. (1994). *Los modelos pedagógicos*. Ecuador: Ministerio de Educación y Cultura de la República de Ecuador.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano*. Registros semióticos de aprendizajes intelectuales. México: Universidad del Valle.
- Escobar, M., & Nachev, S. (2017). A study of the way five teachers make decisions in the “EFL Classroom”. *Colloquia*.
<http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/944/PUB%20ARTICULO%20A%20study%20of%20the%20way%20five%20teachers%20make%20decisions%20in%20the%20EFL%20Classroom.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escudero, R., Llinas, H., Obeso, V., & Rojas, C. (diciembre, 2005). [Influencia de la tecnología en el aprendizaje del cálculo diferencial y estadística descriptiva. *Zona Próxima*, 6\(1\). <https://www.redalyc.org/pdf/853/85300606.pdf>](https://www.redalyc.org/pdf/853/85300606.pdf)

- Herrera, H., Garza, B., Cuesta, A. (2021). Habilidades procedimentales del cálculo diferencial en el bachillerato. *Revista Docentes 2.0*, 11(1).
<https://ojs.docentes20.com/index.php/revista-docentes20/article/view/209>
- López, C., Aldana, E. & Erazo, J. (2018). Concepciones de los profesores sobre la resolución de problemas en cálculo diferencial e integral. *Revista Logos Ciencia y Tecnología*, 10 (1).
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517754458011>
- López, D. (2007). La naturaleza de las tecnologías de información y comunicación: las TIC como determinantes de la organización y de la sociedad de la información. *Palabras Clave*, 10 (1).
<http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/453/1276-5190-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, O., Combata, H., & De la Hoz, E. (2018). Mediación de los Objetos Virtuales de Aprendizaje en el Desarrollo de Competencias Matemáticas en Estudiantes de Ingeniería. *Formación Universitaria*, 11(6).
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v11n6/0718-5006-formuniv-11-06-63.pdf>
- Riego, A. (2013). Factores académicos que explican la reprobación en cálculo diferencial. *Conciencia Tecnológica*, 46 (1).
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94429298006>
- Rojas, M., & Correa, D. (2014). ¿El género en las matemáticas? Un análisis de los resultados de las olimpiadas matemáticas. *Escenarios*, 12(1).
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4763430.pdf>
- Sabogal, G., Monroy, N., & Landero, J. (2013). Cálculo Diferencial: aprendiendo con nuevas tecnologías. *Revista Tecnología*, 12 (2).
<https://revistacolombianadeenfermeria.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/765>
- Secretaría de Educación Pública. (2008). *Competencias que expresan el perfil del docente de la Educación Media Superior*. México: Subsecretaría de educación Media Superior. Subsecretaría de Educación Media Superior.
- Trejo, C. (2019). *Estudio de hábitos de consumo de las Tecnologías de la Información y Comunicación TIC en la población adulta entre 50 y 65 años en la ciudad de*



Extiende el presente

Reconocimiento

a

Helí Herrera López

Por su participación con la ponencia **“El uso de múltiples representaciones para el estudio del concepto de límite de una función”** en el marco del XIII Congreso Internacional de Investigación celebrado en UVM Campus Villahermosa del 6 al 8 de octubre de 2022.

Villahermosa, Tabasco; 8 de octubre de 2022.

“Por siempre responsable de lo que se ha cultivado”

Mtro. Natanael Flores Amaya
Rector UVM Campus Villahermosa

Dr. Gerardo A. Dubcovsky
Vicerrector

VI. Diario de Campo

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	1	1	31 agosto	I
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentación con el grupo, se invita a los jóvenes a visualizar la plataforma institucional a través del software Zoom se da un recorrido virtual por cada uno de los apartados del curso, los contenidos, herramientas y actividades propuestas para cada uno de los parciales. De igual manera se valida que cada uno logre acceder con sus cuentas y que no exista algún problema de conexión. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la presentación interactiva (cápsula cero) - Se analizan las dudas existentes sobre la manera en la que se calificará cada parcial, así como las diferentes actividades que se encuentra propuestas dentro de las cápsulas. Solamente existieron dudas respecto al material que deben utilizar y al software que pueden manejar para sus actividades. Una vez solventadas cada una de las dudas se procede a indicar las primeras actividades de la semana. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se cierra la sesión con una actividad socializadora. Cada quien pondrá categorías en el foro de la plataforma, por ejemplo, fútbol americano, escuchar música, leer, hacer ejercicio, entre otros. Aquellos que tengan esos intereses anotaran su nombre dentro de la categoría y compartirán el motivo por el que les gusta dicha acción, pueden llenar más de una casilla si es necesario. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) - Foro 					

Observaciones:

- No fue la primera semana de trabajo con el grupo, en la primera semana se aplicaron los instrumentos diagnósticos y se comentaron los aspectos generales del curso. Sin embargo, los jóvenes siguen mostrándose inquietos por la forma de trabajar y no conciben que el curso se encuentra resumido en 5 cápsulas, se les pidió mucha comunicación para atender las dudas y a pesar del silencio que suele existir en las sesiones de Zoom, de 36 participantes 30 ya vieron el material propuesto en la cápsula cero (Al finalizar este día), se espera que todos logren verlo en los días subsecuentes.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	2	2	2 septiembre	I
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presentación de la primera cápsula del curso. Se les pidió que visualizaran el material y una vez transcurrido el tiempo asignado, se comenzó a revisar la concepción del límite. ¿Para qué sirve?, ¿En qué se emplea?, ¿En qué situaciones de su entorno se podría utilizar?, las respuestas se comparten entre todos. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una vez analizado el concepto de límite y sus aplicaciones. Se procede a que continúen con el material de la cápsula 1. Revisan los ejemplos y se les asigna la primera actividad. - Se especifica que cada límite se debe representar de diferentes maneras: tabulación fina, gráficamente y analíticamente. En todos los casos el resultado debe ser el mismo para validar la existencia del mismo. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se analizan las dudas que existen dentro del marco procedimental de los límites. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom 					

- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **En esta doble sesión existió mayor comunicación con los jóvenes, tuvieron mayor dinamismo y estuvieron activos preguntando la manera en la que se concibe un límite, las aplicaciones y los ejemplos donde se podrían emplear, siendo aquellos relativos con la física los más usuales (velocidad terminal, temperatura máxima, gasto máximo, por mencionar algunos) Por otro lado, los estudiantes comentan que les parece mucho proceso el representar al límite desde las 3 dimensiones, pero se les invita a que visualicen el proceso como una validación de sus procedimientos. De los ejercicios propuestos, el material dentro de la cápsula aborda un caso por cada uno de los propuestos, de esta manera tienen un referente para trabajar cada sección de la actividad.**
- **La única inquietud fue la parte procedimental, al momento todos vieron el video introductorio de la semana previa y de la nueva cápsula solo 12 han accedido al material. Al ser una actividad de una semana, es probable que a lo largo de los días la concurrencia sea mayor.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	3	1	31 agosto	I
Actividades					
Inicio:					
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de dudas sobre el acceso a plataforma y las herramientas que se encuentran dentro del libro virtual en H5P del curso. - Retomar los ejercicios analizados en la sesión previa y volver a mencionar la importancia del límite, así como sus aplicaciones. 					
Desarrollo:					
<ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la cápsula, análisis del material proporcionado. - Revisar los límites de funciones complejas, visualizar desde la representación gráfica la existencia del límite y conjuntarla con la representación analítica. La validación de software (mediación tecnología) brinda otra representación adicional. 					
Cierre:					
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar las respuestas de los estudiantes - Comentarios generales sobre el proceso de validación 					
Materiales:					

- Computadora
- Tableta de escritura (Wacom)
- Libro de referencia.

Herramientas digitales:

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **En esta sesión se retomó el acceso tanto a plataforma como a los menús del libro interactivo de H5P, los jóvenes tuvieron inquietud dado que pensaban que sus respuestas no se guardaban en la aplicación. Sin embargo, se les comentó que no se almacenaban, pero que no se preocuparan ya que su progreso era continuo y no requería calificación. Por otro lado, se comenzaron a analizar los límites de funciones complejas a través de un enfoque de múltiples representaciones, para este caso analítica, gráfica y tecnológica. De esta manera los jóvenes visualizan la respuesta desde diferentes perspectivas. Al final se revisaron los comentarios generales sobre la validación y se revisaron las dudas nuevamente sobre estas acciones, para algunos no les queda claro si deben usar únicamente los software sugeridos, una vez que se les externó que pueden usar el que deseen los chicos no mostraron duda alguna.**
- **Al momento todos ya revisaron el material de presentación y la primera cápsula la visualizaron 35.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	4	2	9 septiembre	I
Actividades					
Inicio:					
<ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dudas de los ejercicios propuestos en la actividad extra clase. - Análisis de los elementos encontrados dentro del curso en plataforma. 					
Desarrollo:					
<ul style="list-style-type: none"> - Revisión del material de la cápsula de límites complejos utilizando descomposición de trinomios - Explicación de los límites con conjugado de radicales. 					

<p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problemáticas Aplicadas (Física, movimiento) - Comentarios generales sobre el proceso de validación
<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. <p>Herramientas digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha)
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En esta sesión los jóvenes comenzaron con ciertas dudas puntuales sobre la actividad que se les encargó sobre los límites. Se atendió cada una de los interrogantes, de igual manera se les brindó una serie de “tips” para que resuelvan los ejercicios de manera más sencilla y clara. Una vez que se agotaron las dudas, se procedió a revisar límites complejos que involucraban un mayor proceso de factorización como el caso de los trinomios, se analizaron los ejemplos contenidos en la cápsula y se revisaron las dudas (no hubo). Al finalizar este aspecto se procedió a continuar con la cápsula de conjugado de radicales, en este tema si existieron dudas ya que comentaban que no es un proceso que hubieran revisado. Se solventaron nuevamente las dudas del procedimiento y se siguió reforzando las representaciones analíticas, gráficas y tecnológicas de los estudiantes. Para finalizar se les explicó brevemente un uso de los límites aplicado a la velocidad instantánea (física) y se les pidió revisar la cápsula en sus días libres. No hubo mayor dudas, solo algunas sobre la fecha de entrega de la actividad. - Al momento todos han revisado la cápsula de límites y la segunda de límites complejos y conjugados apenas 8 habían comenzado a revisarla.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	5	1	14 septiembre	I
Actividades					

<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dudas y comentarios sobre la tarea <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización del material correspondiente a límites al infinito. - Análisis gráfico (Asíntotas de una función). ¿Cómo se obtiene?, ¿En qué se usan? <p>Fina</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobación de las respuestas por medio del software - Responder evaluación del curso en H5P
<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. <p>Herramientas digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha)
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En esta sesión continuaron las dudas respecto a la tarea de límites, la mayoría tenía dudas con aquellos que requieren proceso de factorización. Una vez que se solventaron las dudas y se les compartió el material adicional de reforzamiento, se pasó a analizar el tema de límites al infinito. Para ello fue necesario recordar los términos de asíntota y su representación gráfica la cual se conjuntó con la procedimental. Para terminar se les anexó una representación adicional mediante la comprobación de sus resultados por la vía del software matemático. Al momento los jóvenes ya revisaron en su totalidad las cápsulas de límites y límites complejos. Las visualizaciones aumentaron conforme se acercó la fecha de entrega de la tarea.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	5	1	21 septiembre	I
Actividades					

<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividad de recuperación donde se analizaron los principales elementos que contiene un límite al infinito, así como las asíntotas y sus procesos de obtención. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar las cápsulas correspondientes al límite al infinito. - Revisar las dudas que surgen del material <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reflexión sobre los elementos que debe tener la tarea nueva y la manera en la que se entregará -
<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. <p>Herramientas digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha)
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La sesión de hoy fue de recuperación, no se tuvo sesiones en una semana y la visualización de las cápsulas fue nula durante los días libres (puente). Por ello, se estableció volver a retomar los conceptos que se vieron en la clase previa y analizarlos con detenimiento a través de 3 representaciones: analítica, gráfica y tecnológica. De esta manera nuevamente los jóvenes visualizaron la manera en la que se observa un límite al infinito y que significa en una función. Al momento solo 11 han visualizado el nuevo material de límites al infinito, se espera que, al igual que en la pasada actividad, la revisen cuando esté cerca la fecha de entrega.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	6	2	23 septiembre	I

Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dudas de las asignaciones (tareas) - Explicación del proyecto de unidad <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisar las cápsulas de razón de cambio, se proponen 3 cápsulas y se anexa una adicional que sirve como refuerzo - Resolver las problemáticas planteadas. - Compartir los resultados y explicar los procesos. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reflexión sobre los usos que se le pueden dar a los límites mediante la razón de cambio. - 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
Observaciones:					
<ul style="list-style-type: none"> - La sesión de hoy al ser doble se aprovechó para que los jóvenes visualizaran las cápsulas de razón de cambio, para que tuvieran una mejor comprensión se anexó una adicional que permitió a los chicos relacionar el tema desde una múltiple representación: tabular. Se sigue manteniendo una metodología de entrega de actividades basada en la representación analítica, la conceptual, gráfica y recientemente la tabular. De esta manera se busca consolidar el concepto de razón de cambio (derivada) desde su origen. Se mostraron contenidos y activos durante la cápsula lo cual permitió un ritmo de trabajo fluido. Respecto a la cápsula de límites al infinito, solo faltan 4 chicos de visualizar el material. Lo cual corrobora la noción de que, entre más cercana sea la entrega de las tareas, mayor acceso presentan. 					

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende

Quinto	2021 – 2021	7	1	23 septiembre	I
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dudas de las asignaciones (tareas) <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dudas de la asignación previa <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la cápsula de razón de cambio, dudas comentarios y procedimientos. - 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
Observaciones:					
<ul style="list-style-type: none"> - En la sesión de hoy los jóvenes tuvieron dudas respecto al material y la resolución de la tarea. Siguiendo el patrón de actividades previas, han visualizado el material casi todos debido a la proximidad de fecha de entrega. Se revisaron las dudas surgidas las cuales consistían en como expresar cada ejercicio, que representaciones deben usar (ellos le dicen gráfica o tabla) y casos particulares donde el límite al infinito contiene radicales. No estaba planeado que se analizará mucho tiempo las dudas, pero ante la insistencia se decidió volver a revisar el material y volver a comentar la manera en la que deben entregar la actividad. Una vez solventada las dudas se procedió a analizar el último tema del parcial el cual corresponde a la razón de cambio, su cápsula ya se había visto en sesiones previas, pero hoy se conjunto con el cociente de Newton para obtener el modelo de velocidad y desplazamiento. Los jóvenes estuvieron muy activos y al momento la mitad de ellos han terminado el material asignado para esta evaluación. 					

Asignatura	Docente (s)
Cálculo Diferencial	Helí Herrera López

Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	8	2	30 septiembre	I
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dudas de las asignaciones (tareas y proyectos) <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la razón de cambio, visualización de la cápsula y revisión de situaciones contextualizadas - Desarrollo de representaciones tabulares, gráficas, analíticas y procedimentales de la razón de cambio <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los aspectos más importantes en las problemáticas analizadas - Análisis de los puntos que deben considerarse para entrega de tarea - 					
<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. <p>Herramientas digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La sesión del día de hoy se logró un mayor avance en el último tema del parcial, los jóvenes estuvieron atentos al material y participando en las dudas que surgieron. Se analizaron 3 problemáticas las cuales tuvieron representaciones gráficas, analíticas, procedimentales, tabulares y tecnológicas. De esta manera los jóvenes lograban revisar los aspectos más importantes dentro del movimiento del móvil. No existieron tantas dudas como en clases previas, el desarrollo de los contenidos ha sido más fluido desde que se comenzó a visualizar las aplicaciones de los límites. Por último, se revisaron las dudas sobre los aspectos que deben contener sus proyectos y la relación con su ponderación del curso. Hoy todos los jóvenes ya habían terminado de revisar las cápsulas de razón de cambio. 					
Asignatura			Docente (s)		

Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	9	1	5 octubre	II
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introducción de la cápsula de derivación, orígenes y diferencias entre Leibniz y Newton <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de las cápsulas de derivación con las fórmulas básicas: suma y resta, constantes, funciones lineales y exponentes. - Análisis de ejemplos y uso de las fórmulas. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de casos semejantes y ejemplos. - Manipulación de las fórmulas de derivación por parte de los estudiantes. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
Observaciones:					
<ul style="list-style-type: none"> - En la sesión de hoy se comenzó la segunda unidad la cual inicia con el tema de derivadas. Se les compartió la cápsula de la derivada y sus orígenes para que a través de las representaciones vistas en los límites logran la transición de dicho concepto hacia el nuevo. Percibí mayor interés en el grupo y con más participación ya que en las actividades todos estuvieron trabajando y entregaron productos entregables. Posteriormente se analizaron las dudas que existían referentes al uso de fórmulas y se visualizaron ejemplos para que comenzaran a manipular y aplicar las fórmulas en sus ejercicios propuestos. Existió mayor cooperación y dinamismo dentro del foro inicial. Al momento todos han visualizados las cápsulas de la unidad previa y en esta se comenzará el análisis de las visitas en este segundo parcial. 					

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	11	2	7 octubre	II
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de las cápsulas de derivación, se repasaron los contenidos previos y se visualizó nuevamente el material. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de ejercicios que involucran el uso de sumas, restas y potencias. - Se visualizaron procedimientos y la manera en la que cada ejercicio se desarrolla. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de resultados de la clase con el software matemático. - Se revisaron dudas del proyecto de unidad. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
Observaciones:					
<ul style="list-style-type: none"> - En esta sesión se continuó con las cápsulas iniciales de derivación. Los jóvenes tenían dudas debido a que algunos de ellos no entraron a la sesión por el periodo de exámenes, por ello se tomó la decisión de volver a visualizar el material y repasar los procedimientos de cada fórmula. Se visualizaron diversos ejemplos que involucraban el uso de las fórmulas iniciales y se atendieron las dudas que emergieron sobre la manera en la que se debe realizar el proceso de derivación. Finalmente se comprobaron resultados con software matemático para completar la representación tecnológica. De manera adicional aquellos que tuvieron dudas del proyecto de unidad se quedaron a revisarlas. 					

Como comentario adicional, siguen teniendo problemas con el uso de software graficador, para atender la problemática se subió un video tutorial con las indicaciones de como realizar dicho proceso.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	12	2	14 octubre	II
Actividades					
<p>Inicio: Revisión de calificaciones</p> <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de las cápsulas de multiplicación, división y regla de la cadena - Tutorial estático para la comprensión del proceso de derivación - Comparativa entre el proceso de multiplicación y división. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Repaso de proceso de graficación y comprobación de software matemático 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
Observaciones:					

- La sesión pasada no se tuvo clases debido al periodo de exámenes, esto desencadenó en una revisión de calificaciones en el primer módulo, atendiendo dudas e inquietudes, las cuales no versaron sobre el trabajo de cálculo sino sobre el impacto de la asignatura de Razonamiento Lógico Matemático, la cual al no ser acreditada ocasionaba que los jóvenes reprobaran la asignatura de cálculo. El índice de aprobación considerando este aspecto fue de 75% mientras que, si no se considera hubiera sido de 88%. En el segundo módulo se visualizaron las cápsulas de multiplicación y división, se atendieron dudas respecto al proceso y la manera en la que se tienen que acomodar los términos. Finalmente se volvió a repasar el proceso de graficación y comprobación por medios tecnológicos, el cual sigue teniendo muchas inquietudes y dudas.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	13	1	19 octubre	II
Actividades					
<p>Inicio: Visualización de la segunda cápsula de multiplicación, división y regla de la cadena</p> <p>Desarrollo: - Análisis de diferentes ejemplos donde intervienen funciones con división, multiplicación o regla de la cadena.</p> <p>Cierre: - Revisión de dudas y comentarios sobre el primer parcial.</p>					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					

Observaciones:

- En esta sesión se continuó con la segunda cápsula del tema de multiplicación, división y regla de la cadena. Se analizaron ejemplos donde se usarán estos casos y se resolvieron dudas respecto al proceso de obtención de la derivada. Los jóvenes estuvieron atentos y cuestionaron hoy (después del periodo de exámenes) algunos procedimientos. Existió mayor interés en las acciones y en las explicaciones. Finalmente se tomó un poco del tiempo para escuchar comentarios sobre el primer parcial y el rendimiento que alcanzaron, buenos comentarios, pero se detectan áreas de oportunidad principalmente en los recursos tecnológicos.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	13	2	21 octubre	II
Actividades					
Inicio: Visualización de la última cápsula de multiplicación, división y regla de la cadena					
Desarrollo: <ul style="list-style-type: none">- Visualización de las cápsulas de multiplicación, división y regla de la cadena- Tutorial dinámico para la comprensión del proceso de derivación- Explicación del proyecto de unidad para el segundo parcial.					
Cierre: <ul style="list-style-type: none">- Análisis de casos donde existen funciones complejas.					
Materiales: <ul style="list-style-type: none">- Computadora- Tableta de escritura (Wacom)- Libro de referencia.					
Herramientas digitales: <ul style="list-style-type: none">- Plataforma Zoom- Plataforma institucional (Moodle)- Software H5P					

- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Se comenzó la sesión con la última cápsula del material, fue importante que se revisara nuevamente ya que se comenzará a trabajar con funciones complejas la siguiente semana. Los chicos tuvieron menos dudas y trabajaron de manera adecuada. Se les pidió 3 ejercicios para que los resolvieran en casa y se les retroalimentara. Al revisar existieron buenos avances y buenos procedimientos. Se dio la explicación sobre los aspectos a calificar en el proyecto de unidad 2 el cual equivale al examen. No existieron dudas y al sobrar un poco de tiempo se procedió a revisar un caso de función compleja. Algunas dudas, pero el martes se volverán a revisar.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	14	1	26 octubre	II
Actividades					
<p>Inicio: Explicación sobre las características de las funciones complejas.</p> <p>Desarrollo: <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de las cápsulas de derivada de funciones complejas (multiplicación) - Análisis de ejemplos y dudas </p> <p>Cierre: <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dudas sobre el proyecto de unidad </p>					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) 					

- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Se inicio tema nuevo, el cual forma parte de la segunda unidad. El nivel de complejidad es más elevado respecto a las derivadas previas, no por el contenido actual, sino por los antecedentes de los cursos de álgebra los cuales requieren cierto grado de habilidad para reducir y simplificar expresiones algebraicas. Esta situación ocasiona que no todos los jóvenes tengan los elementos suficientes para desarrollar de forma óptima la parte procedimental. El uso de software ayuda a que mejoren su noción conceptual y en cierta medida los algoritmos, pero siguen existiendo lagunas en los temas de primer semestre. Por último, para no saturarlos con más ejemplos, se decidió abordar las dudas que tuvieran respecto a su proyecto de unidad, el cual consiste en un tutorial dinámico que explique la resolución de un ejercicio de derivación.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	15	2	28 octubre	II
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicación sobre el proceso algorítmico de derivación en las funciones complejas. Se sintetizaron pasos y aplicó un diagrama de flujo adicional. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Con base en el diagrama de flujo creado, se visualizan a la par del diagrama, dos ejemplos provistos en la cápsula - Se analizan los procesos realizados para la obtención de la derivada (multiplicación) <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realización de dos ejercicios para revisar el nivel procedimental de los estudiantes y sus deficiencias al resolver un ejercicio. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Dado que se seguían presentando dificultades para resolver y comprender el proceso de derivación, se decidió incluir un diagrama de flujo que les permite seguir un proceso para resolver los ejercicios propuestos. El revisar a la par un ejercicio con el diagrama les permitió comprender que el algoritmo es sencillo si se mantiene un orden dentro del procedimiento. Esta acción permitió que existiera mayor orden y coherencia dentro de los pensamientos de los estudiantes, los cuales se mostraron más animados para realizar los ejercicios propuestos al finalizar la sesión.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	16	2	4 noviembre	II
Actividades					
<p>Inicio: Revisión de la cápsula de derivación de funciones complejas con división.</p> <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualización de las cápsulas de derivación de funciones complejas con división - Comparación del proceso de derivación entre multiplicación y división (ejercicio en el libro interactivo) - Realización de un diagrama de flujo ahora para el proceso de división. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dos tutoriales estáticos para repasar el proceso de derivación. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					

Herramientas digitales:

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Se prosiguió a trabajar ahora las funciones complejas que involucran una división. El proceso es prácticamente el mismo, pero dada esta similitud, hay ocasiones en los que los jóvenes emplean una fórmula no adecuada para el proceso, lo cual afecta en la obtención de respuestas esperadas. Para evitar confusión se analizó a detalle los pasos que deben seguirse y se compararon con lo que se había realizado con la multiplicación, de igual manera se comparó el diagrama de flujo de la multiplicación a la par del de la división. Una vez que se comprendió la diferencia, se procedió a analizar dos ejercicios para ver su proceso de resolución.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	17	1	9 noviembre	II
Actividades					
<p>Inicio: Análisis de un tutorial dinámico de la cápsula del libro interactivo</p> <p>Desarrollo: - Revisión de las dudas surgidas durante el análisis de la cápsula</p> <p>Cierre: - Análisis de un tutorial estático de derivación de funciones complejas (división)</p>					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					

Herramientas digitales:

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Al percibir que existían aun dudas sobre como resolver las derivadas, se procedió a dar nuevamente un tutorial incorporado dentro del libro interactivo, el cual permitió conocer las dudas que existían, siendo éstas relativas al acomodo de términos cuando existen fracciones como exponente. Se procedió a revisar nuevamente un ejemplo el cual continuó mostrando un par de problemas en los participantes, ante esta situación se determinó que era necesario incluir un tutorial estático para que resolviera las dudas de manera más rápida y accesible para los estudiantes, cabe destacar que este recurso sirvió como guía para la comprensión de la parte procedimental.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	18	2	11 noviembre	II
Actividades					
<p>Inicio: Revisión del último tutorial estático del proceso de derivación de funciones complejas (división)</p> <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se procedió a incorporar nuevamente los diagramas de flujo como un recursos adicional para la resolución de ejercicios, esto permitió a los participantes nuevamente tener una mejor concepción de los procesos que deben seguir. - Se establecieron dos ejercicios para su resolución, los cuales deberán ser subidos dentro de la plataforma institucional. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de las respuestas y comparación de resultados. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) 					

- Libro de referencia.

Herramientas digitales:

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **En la última sesión del tema de funciones complejas, se volvió a incorporar el uso de tutoriales dinámicos como herramienta para la resolución de las derivadas. Al igual que esta estrategia, se incorporó nuevamente el uso del diagrama de flujo, el cual ha tenido una muy buena aceptación en los estudiantes, siendo algo que se deberá revalorar en próximos diseños instruccionales. Finalmente, para visualizar el nivel de habilidad procedimental, se dejaron como actividad dos ejercicios los cuales debían ser subidos en la plataforma institucional. Cerca del 60% tuvieron respuestas esperadas, pero el número de estudiantes que no han participado ni entregado la actividad si fue alto en comparación con otros temas (6 estudiantes), se consultará si tienen dudas y en caso de ser afirmativa la suposición, se procederá a realizar tutorías de seguimiento.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	19	1	16 noviembre	II
Actividades					
<p>Inicio: Revisión de los ejercicios propuestos en la sesión pasada.</p> <p>Desarrollo: <ul style="list-style-type: none"> - Cápsula de derivada de funciones exponenciales y logarítmicas - Revisión de las fórmulas y de sus restricciones. </p> <p>Cierre: <ul style="list-style-type: none"> - Aclaración de dudas relativas al proyecto de unidad. </p>					

Materiales:

- Computadora
- Tableta de escritura (Wacom)
- Libro de referencia.

Herramientas digitales:

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Esta fue la última sesión previa a la evaluación la cual está marcada para el siguiente jueves ante esta situación desde el comienzo surgieron dudas sobre como debería entregarse el proyecto, así como los elementos que debería contener. Para darle continuidad al curso, se decidió terminar con los temas propuestos y al finalizar la explicación de las cápsulas se procedió nuevamente a dar los pormenores del proyecto y la evaluación. Al acercarse el periodo de exámenes existió una gran afluencia dentro del libro virtual, el cual llevaba varias semanas solo teniendo participación de 10 integrantes del total, este hecho se vio reflejado con la estadísticas de YouTube, así como con los contadores dentro de la plataforma institucional.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	20	2	18 noviembre	III
Actividades					
Inicio:					
- Cápsula de derivadas de funciones exponenciales y logarítmicas (segunda)					
Desarrollo:					
- Revisión de los contenidos de las cápsulas mediante la resolución de los ejercicios propuestos.					
- Resolución de ejercicios propuestos					
Cierre:					
- Revisión de los ejercicios y comparación de resultados.					

<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. <p>Herramientas digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) <p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Esta clase corresponde al tercer parcial ya que se realizó la evaluación previo a esta sesión e incluso se brindo revisión de examen. De acuerdo con las estadísticas provistas del total de participantes en este proyecto solo 2 jóvenes no acreditaron el curso en este segundo parcial y el resto tuvo calificaciones aprobatorias. El promedio fue de 8.2 el cual se considera alto respecto al primer parcial. Una vez que se explicó cada uno de los errores que tuvieron en la evaluación, se procedió a continuar con los contenidos y a revisar los ejercicios de funciones logarítmicas y exponenciales, siendo estos de un nivel bajo de dificultad lo cual permitió avanzar y agotar los temas que correspondían al segundo parcial (este tema no se logró evaluar ya que no se tuvo el tiempo para verlo con detenimiento). Finalizada la sesión se procedió a abrir las últimas cápsulas del curso correspondientes al tercer parcial.
--

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	20	2	23 noviembre	III
Actividades					
Inicio:					
- Introducción al tema de concavidades, puntos de inflexión, valores críticos y máximos y mínimos a través de la cápsula.					
Desarrollo:					

- Análisis de la gráfica propuesta en el diseño instruccional, se procedió a ubicar cada uno de los conceptos con su par gráfico, para que los estudiantes identifiquen el significado de un punto de inflexión, de un valor crítico y de las concavidades mismas de una función.

Cierre:

- Se procedió a realizar la actividad propuesta en las cápsulas.

Materiales:

- Computadora
- Tableta de escritura (Wacom)
- Libro de referencia.

Herramientas digitales:

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **El primer tema del tercer parcial corresponde a máximos y mínimos de una función, los contenidos por visualizar requieren de una buena concepción de los conceptos de puntos de inflexión, valores críticos y concavidades los cuales son necesarios para una adecuada identificación de un máximo o mínimo. Ante este hecho se utilizó una gráfica que permitiera a los jóvenes conocer las diferencias y establecer a través de diferentes gráficos los conceptos. Una vez que se identificaron cada uno de los mismos, se procedió a realizar la actividad propuesta dentro del libro virtual. No existieron dudas y los chicos en su totalidad accedieron al curso en el libro virtual.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	20	2	25 noviembre	III
Actividades					

<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cápsula introductoria a la noción de máximo y mínimo desde la parte procedimental. Se visualiza la manera en la que se obtienen y los pasos que se siguen. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los ejercicios propuestos en la cápsula, ante las dudas que están surgiendo se elaboraron dos tutoriales estáticos los cuales se anexaron al material adicional del libro virtual. Esto permite a los jóvenes tener una mejor comprensión de los procedimientos por seguir. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los estudiantes deben resolver el ejercicios propuesto como actividad adicional para reforzar lo visto en clase.
<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. <p>Herramientas digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha)
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Una vez que se terminó de relacionar los conceptos dentro de las gráficas, se procede a visualizar la parte procedimental de la obtención de los máximos o mínimos de una función. Se analizó la cápsula del diseño instruccional y se comentaron los principales procedimientos que se deben seguir. Sin embargo, se percibió un poco de duda de parte de los jóvenes los cuales no realizaban las actividades propuestas, por ello se adjuntaron dos tutoriales estáticos para que los jóvenes tuvieran una mejor concepción de los pasos que se deben seguir para la obtención de las concavidades. Una vez que se revisó y analizó el tema, se encargó un único ejercicios para visualizar el progreso de los participantes.

Asignatura	Docente (s)
Cálculo Diferencial	Helí Herrera López

Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	21	1	30 noviembre	III
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explicación de los procedimientos por seguir para obtener un máximo o mínimo aplicando el criterio de la primera derivada. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se continuó trabajando ejercicios de máximos y mínimos, se utilizaron tutoriales estáticos proporcionados tanto por el docente como por los estudiantes lo cual permitió conocer si los participantes estaban teniendo una adecuada comprensión de la dimensión procedimental. Se corrigieron aquellos tutoriales que tenían errores y se corrigieron. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se compartieron ejercicios y experiencias para la realización de los tutoriales con el fin de conocer desde la parte actitudinal si existió alguna inquietud, duda o dificultad para realizar la actividad. 					
<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. <p>Herramientas digitales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
<p>Observaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se continuó con el análisis de las concavidades a través del criterio de la primera derivada. El desarrollo de este tema se consolidó con material proporcionado por los estudiantes, quienes ayudaron con tutoriales estáticos para crear un acervo con diversos ejercicios. Esto ayudó no solo a mejorar la concepción procedimental del tema, sino a conocer el desarrollo de la dimensión actitudinal de los participantes. Finalmente se visualizó una buena participación y ánimo de parte de los jóvenes lo cual ayudó a crear un mejor ritmo de trabajo dentro del curso. 					

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	22	2	2 diciembre	III
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la siguiente cápsula donde se obtienen máximos y mínimos aplicando el criterio de la segunda derivada. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los ejemplos propuestos dentro del material, se identificaron las principales diferencias respecto al criterio previo y se analizaron las ventajas que proporciona utilizar este nuevo procedimiento. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios propuestos para identificar concavidades utilizando el criterio que más se adecue al ejercicio. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
Observaciones:					
<ul style="list-style-type: none"> - Este tema forma parte de la continuación del contenido de máximos y mínimos. El criterio de la segunda derivada siempre es un factor que le agrada mucho a los estudiantes conocer ya que en algunos casos es más fácil saber si la función tiene una concavidad si se aplica dicho procedimiento. Sin embargo, los estudiantes tienen que conocer en que momentos pueden hacer uso de este criterio y en cuales deben retomar el previo. Una vez que se analizaron los ejemplos y se encontró un buen ritmo 					

de trabajo, se decidió realizar ejercicios para visualizar el progreso de los jóvenes los cuales se ven con un buen desempeño dentro de este tema.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	23	1	7 diciembre	III
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de los ejercicios de la sesión previa. Análisis de errores en cada uno de las propuestas. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En conjunto se realizaron dos diagramas de flujo para que los estudiantes conocieran los procedimientos que deben seguir para realizar la obtención de los máximos o mínimos de una función. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comentarios finales sobre el tema y revisión de dudas generales. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra - Software matemático (WolframAlpha) 					
Observaciones:					

- Se finalizó de visualizar el tema de máximos y mínimos en forma de ejercicios. Este tema es importante para el siguiente donde se revisan las diferentes aplicaciones de la derivada a través de procesos de optimización. Para finalizar se trabajó un diagrama de flujo que permitió nuevamente ver si los jóvenes tienen una concepción de los procesos que se deben seguir. Finalmente se hicieron comentarios sobre dudas o comentarios los cuales en general versaron sobre la manera en la que se puede aplicar los contenidos vistos, destacando que en desde la unidad pasada no se han visto aplicaciones debido a que el programa así lo estipula.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	24	2	9 diciembre	III
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cápsula sobre las aplicaciones de la derivada propuesto por el diseño instruccional. <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se analizaron los dos primeros ejemplos de aplicaciones de la derivada. - Se revisaron las dudas que surgieron sobre la explicación. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se mantuvo el análisis de dudas y se analizó un tercer ejemplo para finalizar que fuera semejante a los dos vistos. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma Zoom - Plataforma institucional (Moodle) - Software H5P - Software graficador GeoGebra 					

- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- El tema de aplicaciones de la derivada siempre es interesante para los jóvenes ya que después de casi dos meses de estar viendo ejercicios, por fin logran conocer para que sirve la derivada en diferentes perspectivas y no solo en términos de razón de cambio (movimiento). Sin embargo, la complejidad de los problemas aunado a las dificultades que tienen los jóvenes para trasladar de lenguaje cotidiano a un modelo matemático ocasiona que exista mucha confusión sobre lo que se debe realizar y la manera en la que se deben plantear, por ello se analizarán diversos ejemplos para ayudarlos con esta serie de problemas que surgen.

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	24	1	14 diciembre	III
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de problemáticas aplicadas (cuarto video) <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se realizó como repaso un ejercicio que realizaba un problema similar al visto en clase, los jóvenes lo revisaron para conocer los procedimientos que se deben seguir para optimizar un modelo matemático (función). - Se revisaron dudas relativas al problema para conocer las inquietudes en el proceso de resolución. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se les solicitó realizar un problema para revisión en la próxima sesión. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Nuevamente se resolvieron dudas y se analizó otro ejemplo de problemática aplicada. Se constató que la mayor dificultad es plantear la función que resuelva la problemática, los pasos siguientes son sencillos ya que corresponden al tema de máximo y mínimos. Ante dicha situación se volvió a explicar el problema y a resolver dudas, para finalizar se les pidió resolver un nuevo ejemplo para conocer los alcances que han tenido al momento.**

Asignatura			Docente (s)		
Cálculo Diferencial			Helí Herrera López		
Semestre	Periodo escolar	Número de Sesión	Módulos	Fecha de inicio de aplicación	Bloque(s) que comprende
Quinto	2021 – 2021	25	2	16 diciembre	III
Actividades					
<p>Inicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisión de dos nuevos videos aplicados a economía y biología <p>Desarrollo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nuevamente se analizaron los ejemplos y se plantearon dos ejercicios semejantes para que los jóvenes los resolvieran. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dudas generales sobre los problemas vistos en clase. 					
Materiales:					
<ul style="list-style-type: none"> - Computadora - Tableta de escritura (Wacom) - Libro de referencia. 					
Herramientas digitales:					

- Plataforma Zoom
- Plataforma institucional (Moodle)
- Software H5P
- Software graficador GeoGebra
- Software matemático (WolframAlpha)

Observaciones:

- **Se continuo con la revisión de problemáticas aplicadas, se notó una mejoría en el proceso de resolución, derivado del continuo análisis y comentarios existentes relativos a las dudas que habían surgido. Se establece que, existe una serie de pasos que deben seguirse para obtener el modelo matemático, esto sin duda ayudó a los jóvenes a tener una mejor noción de lo que deben realizar y conocer los procesos que deben seguir. Se resolvieron dudas y se terminó la clase para dar inicio al periodo vacacional de invierno.**