



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Utilización del software DERIVE como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

JORGE WASHINGTON CARRASCO BARRIONUEVO

Trabajo de Titulación modalidad: Proyecto de investigación y desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN MATEMÁTICA, MENCIÓN MODELACIÓN Y DOCENCIA

Riobamba - Ecuador

Julio - 2023

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Jorge Washington Carrasco Barrionuevo**, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el trabajo de titulación modalidad proyectos de investigación y desarrollo y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

JORGE WASHINGTON CARRASCO BARRIONUEVO

C.I.: 0602692014

©2023, Jorge Washington Carrasco Barrionuevo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación y desarrollo**, titulado: Utilización del software DERIVE como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de responsabilidad del señor JORGE WASHINGTON CARRASCO BARRIONUEVO ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

Dr. Franklin Marcelo Coronel Maji, Mgtr.
PRESIDENTE

Dr. Juan Mario Vargas Guambo Mgtr.
DIRECTOR

Ing. Lidia del Rocío Castro Cepeda M. Sc.
MIEMBRO

Lic. Edgar Francisco Llanga Vargas Mgtr.
MIEMBRO

Riobamba, julio de 2023

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo de titulación a toda mi familia. Principalmente, a mi madre quien ha sido mi apoyo incondicional, su bendición en el transcurso de mi vida, me ha protegido y guiado por un buen camino, gracias por sujetar los momentos malos y por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza, no habría llegado hasta este punto sino fuese por usted.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi firmeza. Todo esto con una formidable dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

Le amo con todo mi ser y nunca me alcanzara la vida para agradecer todas y cada una de las cosas que hace y que seguramente continuará haciendo por mí.

Mi deseo es que estas páginas sean un tributo a su amor y sacrificio, y espero hacerla sentir orgullosa con este logro.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi profundo agradecimiento al Dr. Juan Vargas, quien con sus conocimientos y apoyo me orientó a través de cada una de las etapas de este proyecto para lograr el resultado anhelado.

Mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No hubiese podido alcanzar estos resultados, de no haber sido por su completa ayuda.

Quisiera agradecer en especial, a mi familia, por su paciencia, comprensión y soporte incondicional con este proyecto, por el tiempo que me han concedido, un tiempo robado a la historia familiar, a los cuales les quedo eternamente agradecido.

Finalmente, a todas aquellas personas, colegas y amigos que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de mis objetivos.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xiii
SUMMARY.....	xiv

CAPÍTULO I

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Planteamiento del problema	2
1.1.1	Situación problemática	2
1.1.2	Formulación del problema	3
1.1.3	Preguntas directrices o específicas de la investigación	3
1.1.4	Justificación de la investigación	4
1.2	Objetivos de la investigación	4
1.2.1	Objetivo General	4
1.2.2	Objetivos Específicos	5
1.3	Hipótesis	5
1.3.1	Hipótesis general.....	5

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO	6
2.1	Antecedentes.....	6
2.2	Fundamentación epistemológica, pedagógica y sociológica de la investigación.....	9
2.2.1	Fundamentación epistemológica.....	9
2.2.2	Fundamentación pedagógica	10
2.2.3	Fundamentación sociológica.....	11
2.3	Bases teóricas.....	11
2.3.1	Desarrollo de la parte conceptual del aprendizaje.....	11
2.3.2	Estrategias didácticas	28
2.4	Desarrollo de la parte conceptual de la derivada	30
2.4.1	La idea fundamental del cálculo diferencial	31
2.4.2	La relación entre las razones de cambio y pendientes de rectas	31
2.4.3	Razones de cambio variables entre dos puntos de una curva	32

2.4.4	La transformación de la razón de cambio promedio a la razón de cambio instantánea	32
2.4.5	Algo sobre la historia de la derivada	32
2.4.6	La derivada	33
2.4.7	Notación de la Derivada	34
2.4.8	Interpretación Geométrica de la Derivada	34
2.4.9	Reglas de derivación	36
2.4.10	Derivadas de una función compuesta (Regla de la cadena).....	39
2.4.11	Funciones implícitas.....	40
2.4.12	Derivadas de orden superior	41
2.4.13	Máximos y mínimos de una función	41
2.5	Desarrollo de la parte conceptual de software Derive	42
2.5.1	Historia del Software Derive	42
2.5.2	El programa científico derive	43
2.5.3	Capacidades y utilización del programa derive	43
2.6	Marco conceptual.....	44
2.7	Variables de estudio	45
2.7.1	Identificación de variables.....	46
2.7.2	Operacionalización de variables	47

CAPÍTULO III

3	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.1	Diseño de la investigación.....	52
3.1.1	Alcance y tipo de investigación	52
3.1.2	Métodos de la investigación	52
3.1.3	Enfoque de la investigación.....	53
3.2	Población y muestra de estudio.....	53
3.2.1	Población	53
3.2.2	Muestra.....	53
3.3	Técnica e instrumentos de recolección de datos	55
3.3.1	Técnica de recolección de datos.....	55
3.3.2	Instrumentos de recolección de datos.....	55
3.3.3	Validez y confiabilidad de los instrumentos	57
3.3.4	Tratamiento estadístico de los datos.....	66

CAPÍTULO IV

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	71
4.1	Análisis e interpretación de resultados de la encuesta aplicada en la etapa de diagnóstico de la situación actual.....	71
4.1.1	Resultados de los datos generales del encuestado.....	71
4.1.2	Resultados de las preguntas específicas	72
4.2	Síntesis de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada	84
4.2.1	Sobre las dificultades de los alumnos en el aprendizaje del cálculo diferencial	84
4.2.2	Conocimiento del tema de cálculo diferencial	84
4.2.3	Sobre la disponibilidad de recursos tecnológicos para el aprendizaje del cálculo diferencial	84
4.2.4	Sobre el Software Derive y el aprendizaje del cálculo diferencial.....	84
4.2.5	Conclusión sobre los resultados obtenidos en la encuesta aplicada	85
4.3	Comprobación de homogeneidad entre el grupo experimental y el grupo de control.....	85
4.4	Resultados obtenidos de la prueba objetiva aplicada	87
4.4.1	Estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en el grupo de control y en el experimental	88
4.4.2	Gráficos de resultados obtenidos en la prueba objetiva aplicada	90
4.5	Contrastación de hipótesis	93
4.6	Discusión de resultados	95

CAPÍTULO V

5	PROPUESTA	96
5.1	Metodología de las sesiones de clase	99
5.2	Planes de clase	100
5.3	Metodología de clase.....	102
5.4	Evaluación	106
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES.....	108

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Teorías del aprendizaje.....	24
Tabla 2-2:	Comparativa de las Teorías del aprendizaje	27
Tabla 3-2:	Cálculos pendiente. Interpretación geométrica de la derivada.....	35
Tabla 4-2:	Operacionalización de Variable Independiente.....	47
Tabla 5-2:	Operacionalización de la Variable Dependiente	48
Tabla 6-2:	Matriz de consistencia	51
Tabla 1-3:	Tabla de constantes y nivel de confianza según distribución normal o de Gauss.54	
Tabla 2-3:	Tipo de preguntas de la encuesta.....	56
Tabla 3- 3:	Estructura de la prueba objetiva	56
Tabla 4-3:	Perfil de expertos.....	58
Tabla 5-3:	Resultados de la evaluación de la encuesta por expertos.....	58
Tabla 6-3:	Características encuestados muestra piloto.....	59
Tabla 7-3:	Resultados encuesta muestra piloto.....	60
Tabla 8-3:	Resultados coeficiente de confiabilidad	60
Tabla 9-3:	Estadísticas del total de elementos	61
Tabla 10-3:	Valoración de la fiabilidad de ítems según el coeficiente alfa de Cronbach.....	62
Tabla 11-3:	Ficha Técnica de la encuesta.....	63
Tabla 12-3:	Valoración general de la prueba objetiva	64
Tabla 13-3:	Valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente Spearman-Brown	65
Tabla 14-3:	Perfil del grupo piloto.....	65
Tabla 15-3:	Ficha técnica prueba objetiva.....	66
Tabla 16-3:	Aplicaciones según el valor del nivel de significancia σ	69
Tabla 1-4:	Resultados de la encuesta.....	85
Tabla 2-4:	Prueba F para varianzas de dos muestras.....	87
Tabla 3-4:	Resultados prueba objetiva grupo de control	87
Tabla 4-4:	Resultados prueba objetiva grupo experimental	88
Tabla 5-4:	Estadísticos descriptivos SPSS	89
Tabla 6-4:	Frecuencia de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo de control	91
Tabla 7-4:	Frecuencia de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo experimental.....	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Teorías del aprendizaje	13
Gráfico 2-2:	Interpretación geométrica de la derivada	34
Gráfico 3-2:	Interpretación geométrica de la derivada	35
Gráfico 1-3:	Datos ingresados programa SPSS.....	61
Gráfico 2-3:	Resultados alfa de Cronbach SPSS.....	61
Gráfico 3-3:	Análisis del coeficiente Spearman-Brown mediante SPSS.....	66
Gráfico 1-4:	Sexo de los encuestados	71
Gráfico 2-4:	Edad de los encuestados.....	72
Gráfico 3-3:	Pregunta 1 encuesta	72
Gráfico 4-4:	Pregunta 2 encuesta	73
Gráfico 5-4:	Pregunta 3 encuesta	73
Gráfico 6-4:	Pregunta 4 encuesta	74
Gráfico 7-4:	Pregunta 5 encuesta	75
Gráfico 8-4:	Pregunta 6 encuesta	75
Gráfico 9-4:	Pregunta 7 encuesta	76
Gráfico 10-4:	Pregunta 8 encuesta	76
Gráfico 11-4:	Pregunta 9 encuesta	77
Gráfico 12-4:	Pregunta 10 encuesta.....	77
Gráfico 13-4:	Pregunta 11 encuesta.....	78
Gráfico 14-4:	Pregunta 12 encuesta.....	78
Gráfico 15-4:	Pregunta 13 encuesta.....	79
Gráfico 16-4:	Pregunta 14 encuesta.....	79
Gráfico 17-4:	Pregunta 15 encuesta.....	80
Gráfico 18-4:	Pregunta 16 encuesta.....	81
Gráfico 19-4:	Pregunta 17 encuesta.....	82
Gráfico 20-4:	Pregunta 18 encuesta.....	82
Gráfico 21-4:	Pregunta 19 encuesta.....	83
Gráfico 22-4:	Pregunta 20 encuesta.....	83
Gráfico 23-4:	Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control.....	90
Gráfico 24-4:	Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental	90

Gráfico 25-4:	Calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control	91
Gráfico 26-4:	Calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental.....	91
Gráfico 27-4:	Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control	92
Gráfico 28-4:	Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control	93
Gráfico 4 29:	Zona de aceptación y rechazo de la hipótesis nula	94

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** FORMATO DE VALIDACIÓN DE ENCUESTAS PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
- ANEXO B:** VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA POR CADA EXPERTO
- ANEXO C:** ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DEL PRIMER SEMESTRE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA ESPOCH
- ANEXO D** FORMATO DE VALIDACIÓN DE LA PRUEBA OBJETIVA
- ANEXO E:** VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA PRUEBA OBJETIVA POR EXPERTO
- ANEXO F:** PRUEBA OBJETIVA

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue utilizar el software DERIVE como estrategia didáctica en el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), el alcance investigativo fue del tipo descriptivo con un enfoque cuantitativo, aplicando los métodos: experimental, descriptivo y deductivo. Se calculó una muestra de 84 estudiantes del primer semestre de la Facultad de Mecánica Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, la misma que fue dividida en dos grupos: experimental y de control, la homogeneidad de los grupos se comprobó con la prueba F-test. Con el fin de analizar el aprendizaje y la disponibilidad de recursos tecnológicos se utilizó como técnica de recolección de datos la encuesta y el cuestionario como instrumento, cuyos resultados permitieron estructurar una propuesta didáctica basada en la teoría constructivista del aprendizaje, la cual permite que el proceso enseñanza aprendizaje se centre en el estudiante quien es el constructor de sus propio conocimiento, además se utilizó como estrategia didáctica el software DERIVE, el cual motivó al estudiante a su utilización. La propuesta se implementó en el grupo experimental, observándose una consolidación de los conocimientos sobre cálculo diferencial de forma crítica y auto valorativa para solucionar problemas e interpretar los resultados, mientras que en el grupo de control se enseñó el tema de forma tradicional. Se evaluó las calificaciones de la prueba objetivo en cada grupo, alcanzando una media de 5,67 en el experimental y una media de 4,39 en el de control, que comparados con una prueba z normal (paramétrica de comprobación de hipótesis), se obtuvo un valor de 4,516 (z calculada) $>$ 1,96 (z crítico) lo que demuestra que existe una diferencia significativa en el rendimiento académico. Se concluye que la utilización del software DERIVE como estrategia didáctica incrementa el nivel de aprendizaje del cálculo diferencial.

Palabras claves: MATEMÁTICAS, DERIVE (SOFTWARE), CÁLCULO DIFERENCIAL, ENSEÑANZA – APRENDIZAJE, RENDIMIENTO ACADÉMICO.



27-06-2023

0064-DBRA-UPT-IPEC-2023

SUMMARY

The objective of this research was to use the DERIVE software as a didactic strategy in the learning of differential calculus in the students of the first semester, School of Industrial Engineering of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). The investigative scope was of the descriptive type with a quantitative approach, applying experimental, descriptive, and deductive methods. A sample of 84 students from the first semester of the Faculty of Mechanics School of Industrial Engineering of ESPOCH was calculated, which was divided into two groups: experimental and control, the homogeneity of the groups was verified with the F-test. In order to analyze learning and the availability of technological resources, the survey was used as a data collection technique and the questionnaire as an instrument, the results of which allowed for structuring a didactic proposal based on the constructivist theory of learning, which allows the teaching-learning process to focus on the student who is the builder of their knowledge, in addition, the DERIVE software was used as a didactic strategy, which motivated the student to use it. The proposal was implemented in the experimental group, observing a consolidation of knowledge about differential calculus in a critical and self-evaluative way to solve problems and interpret the results. In contrast, in the control group, the topic was taught traditionally. The objective test scores were evaluated in each group, reaching a mean of 5.67 in the experimental group and a mean of 4.39 in the control group, which compared with a normal z-test (hypothesis verification parametric), obtained a value of 4.516 (calculated z) > 1.96 (critical z), which shows that there is a significant difference in academic performance. It is concluded that using the DERIVE software as a didactic strategy increases the level of learning of differential calculus.

Keywords: MATHEMATICS, DERIVE (SOFTWARE), DIFFERENTIAL CALCULUS, TEACHING – LEARNING, ACADEMIC PERFORMANCE

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que se presenta tiene como principal objetivo, diseñar una estrategia didáctica mediante la utilización del software Derive para el aprendizaje del cálculo diferencial. Esta investigación se la realiza a los estudiantes del primer semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, en la asignatura de análisis matemático I, período académico 2022-2S.

La importancia de la investigación del presente tema radica en la necesidad de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial, ya que proporciona las bases para el desarrollo de las competencias del cálculo integral, cálculo vectorial, ecuaciones diferenciales, asignaturas de física y ciencias de la ingeniería.

La investigación se realiza en base a una encuesta realizada a estudiantes del segundo semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la asignatura de análisis matemático II, con el objetivo de obtener datos acerca de los conocimientos adquiridos en primer semestre en la asignatura de análisis matemático I, en el tema del cálculo diferencial.

Los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas se han visto en la necesidad de ser modificadas con la finalidad de lograr los aprendizajes esperados, en el cual los docentes deben guiar y colaborar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, donde a más de entregar contenidos el docente ha de ser un facilitador del aprendizaje, promoviendo procesos de construcción de conocimientos y orientando sobre las herramientas a utilizar hacia una mejor comprensión. Para esto resulta fundamental que el docente cree un ambiente adecuado, en el que se deje de lado el enfoque convencional y se centre más en el estudiante, en las actividades, habilidades, actitudes y en los ambientes digitales, es decir en la integración de los conocimientos mediante actividades que permitan aprender matemáticas a través de la práctica, con juegos o actividades lúdicas que desarrollen habilidades de resolver problemas (Zárate, 2020)

En el CAPÍTULO I se redacta la situación problemática, formulación del problema, las preguntas directrices de la investigación, justificando la importancia y los objetivos que se pretende alcanzar con esta investigación.

En el CAPÍTULO II se aborda cuestiones teóricas generales del tema que sustentan el planteamiento del problema en base a otras investigaciones y tomando en cuenta las dos variables de la investigación con la identificación y operacionalización de estas.

En el CAPÍTULO III se define y aplica la metodología de la investigación más adecuada para cumplir con el objetivo de esta tesis, tipo y enfoque de la investigación, población, muestra técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En el CAPÍTULO IV se realiza el análisis e interpretación de resultados, su discusión obtenidos a través de este método, análisis estadístico de los datos y la comprobación de la hipótesis planteada

En el CAPÍTULO V se presenta la propuesta didáctica mediante la utilización del software Derive para el aprendizaje del cálculo diferencial

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones como resultado de la investigación, además se describe la bibliografía utilizada y los anexos que corroboran las diferentes actividades realizadas.

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Situación problemática

En matemáticas, la tecnología se ha utilizado como una herramienta para fomentar la motivación o el interés específico por aprender, y tiene un gran significado intelectual o emocional para los docentes (Mendoza, Nieto, & Vergel, 2019). En este contexto, la utilización de alguna estrategia tecnológica como recurso andragógico juega un papel importante en el aprendizaje de los estudiantes universitarios, ya que se puede analizar comportamientos y observar que actividades se pueden utilizar para potencializar la flexibilidad cognitiva en los jóvenes.

De esta manera la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo forma profesionales capaces de optimizar e innovar procesos, para lo cual el cálculo diferencial cumple un papel importante como en la fabricación de componentes para dispositivos eléctricos, donde la miniaturización es uno de sus elementos básicos, en el proceso de diseño y fabricación de componentes vitales para vehículos y ordenadores, los microchips. Las aplicaciones del cálculo en el escenario de la industria y en relación con la optimización de

los procesos productivos es, igualmente de carácter crucial. muchos de los logros actuales en la ciencia y la técnica son el resultado de los aportes de esta clase de cálculo (Concha, 2017).

Es por esta razón que el estudio del cálculo diferencial que se lo realiza en primer semestre de la carrera es de mucha importancia, ya que sienta las bases no solo en el estudio de ingeniería, sino también en su futuro profesional, ya que permite resolver diversos problemas donde el cambio de las variables se puede modelar en un continuo numérico para determinar, a partir de ello, la variación de estos elementos en un instante específico de tiempo.

1.1.2 Formulación del problema

El estudio del Cálculo Diferencial tiene una alta complejidad, por lo que surge la idea de trabajar con algún recurso que ayude a mejorar este proceso de enseñanza aprendizaje, de esta manera, planteo el siguiente problema.

¿En qué medida la utilización del software Derive contribuye a mejorar el aprendizaje del Cálculo Diferencial en los alumnos de primer semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo en la asignatura de Análisis Matemático I?

1.1.3 Preguntas directrices o específicas de la investigación

¿Cuál es la fundamentación teórica necesaria para el estudio del cálculo diferencial?

¿Cuál es la situación real en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre, asignatura de análisis matemático I, en el estudio del cálculo diferencial en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo?

¿Qué problemas tienen los estudiantes de primer semestre, asignatura de análisis matemático I en la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo en el estudio del cálculo diferencial y que podrían ser resueltos con la utilización del software Derive?

¿Se puede utilizar el software Derive como estrategia didáctica para el estudio del cálculo diferencial?

¿Al utilizar el software Derive, mejorará el aprendizaje de los estudiantes en el estudio del cálculo diferencial?

1.1.4 Justificación de la investigación

El aprendizaje significativo es importante en el estudiante porque permite que desarrolle la capacidad de interpretar y adquirir los niveles del conocimiento. Este tipo de aprendizaje debe considerar a la educación como un plan general que abarque métodos, técnicas y recursos didácticos que prioricen el proceso y el trabajo en equipo, dinamizando la enseñanza y la formación en general, donde se incorpore estrategias didácticas innovadoras que permitan fomentar un proceso cognitivo dinámico, evitando así la pedagogía tradicional y priorizando un aprendizaje significativo y autónomo que alcance los propósitos de formación que exige el mundo de hoy (Moreira, 2019, pág. 1)

Por medio de entrevistas a estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se puede señalar que existen bajos rendimientos académicos en el tema del cálculo diferencial, dificultando el aprendizaje en algunas asignaturas como análisis matemático I, análisis matemático II, ecuaciones diferenciales, física y algunas ciencias de la ingeniería, constituyéndose de esta manera en un tema complejo y por lo tanto, iniciar con un proceso de mejora continua, como la investigación que se realiza, constituye un aspecto muy importante, tanto para docentes, estudiantes y en definitiva para toda la carrera, debido a que uno de los aspectos a evaluarse en la acreditación institucional es el tiempo de permanencia de los estudiantes en las carreras, de tal manera que al reprobar solo en una materia implicaría un tiempo mayor en la ESPOCH.

Esta dificultad en el aprendizaje del cálculo diferencial constituye en sí el problema que se desea investigar e intenta cambiar la forma tradicional del proceso de enseñanza aprendizaje del tema en mención, incorporando un software que ayude a una mejor comprensión.

En la presente investigación se pretende evidenciar las dificultades que tienen los estudiantes en el estudio del cálculo diferencial y que no permiten el desarrollo de habilidades y destrezas al resolver ejercicios con derivadas. Además, propone estructurar una estrategia didáctica que permita la utilización del software Derive en la resolución de ejercicios, con lo cual el estudiante pueda desarrollar su capacidad de resolución y comprensión de problemas al observar sus distintas posibles soluciones y que el estudiante se sienta motivado en el aprendizaje autónomo.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Utilizar el software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Analizar la fundamentación teórica del software Derive y del estudio del cálculo diferencial.
- Determinar que problemas poseen los estudiantes en el estudio de la Derivada y en qué magnitud la utilización del software Derive, mejoraría la capacidad de razonamiento y demostración de la recta tangente a una curva en los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH en el período académico 2022-2S.
- Estructurar una estrategia didáctica que mediante la utilización del software Derive, permita resolver problemas de cálculo diferencial en los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH.
- Aplicar la estrategia didáctica diseñada, para contribuir con la mejora en el aprendizaje de los estudiantes del cálculo diferencial en la asignatura de Análisis Matemático I en la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, período académico 2022-2S, a través de una evaluación.
- Validar la estrategia didáctica diseñada, para contribuir con la mejora en el aprendizaje de los estudiantes del cálculo diferencial en la asignatura de Análisis Matemático I en la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, período académico 2022-2S, a través de una evaluación.

1.3 Hipótesis

1.3.1 *Hipótesis general*

Los alumnos que utilizan el software Derive como estrategia didáctica en el estudio del cálculo diferencial incrementan el nivel de aprendizaje, en relación con los alumnos que estudian el cálculo diferencial sin aplicar el software Derive.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Existe información relacionada con esta investigación. En el proceso de búsqueda se recopilaron varios estudios que se presentan a continuación.

(Coronel Maji, Guilcapi Mosquera, & Torres Rodriguez, 2018) El objetivo de la investigación fue determinar la incidencia del uso de DERIVE en el proceso enseñanza - aprendizaje en el cálculo de gráficas de transformadas de Fourier de la asignatura de Matemáticas 1. Para ello, se consideró a los estudiantes del primer semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones y Redes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. La investigación es descriptiva, cuasi experimental e hipotética deductiva. La muestra de la investigación es intencional y consideró dos grupos: el grupo de control, que representa al método tradicional con 42 estudiantes y el grupo experimental, al cual se aplicó un plan de intervención que usó el DERIVE con 35 estudiantes. Los dos grupos fueron evaluados en dos escenarios antes y después de la intervención (Pre y Post) a través de una rúbrica, que evaluó las actividades contenidas en el sílabo de la asignatura. Los datos obtenidos, representan el rendimiento académico alcanzado por los estudiantes de cada grupo, los mismos que fueron tabulados, analizados, interpretados y finalmente sometidos a una prueba estadística Z, la cual determinó que el uso de DERIVE incide positivamente en el proceso de enseñanza aprendizaje en el cálculo de gráficas de transformadas de Fourier en Matemáticas.

(Pico Macías, Díaz Silva, & Escalona Reyes, 2017) en su investigación desarrollada en la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, determinó la factibilidad del uso del programa DERIVE en la enseñanza del Cálculo Diferencial, los investigadores consideraron una población de 75 estudiantes del segundo semestre y 30 estudiantes del tercer semestre, a quienes se aplicó una encuesta destinada a obtener información sobre las principales causas que incidían en el aprendizaje de las matemáticas, y se obtuvo un coeficiente de 0.006460529 y una significancia menor 0,01. Tras el análisis, se concluyó que esta alternativa didáctica se inserta en el conjunto de acciones que realiza el profesorado en la República del Ecuador, para incidir de forma favorable en el proceso de enseñanza aprendizaje en las universidades.

(Bonilla, 2021) El objetivo de esta investigación fue utilizar un software libre como estrategia didáctica en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, el alcance investigativo fue del tipo correlacional con un enfoque cuantitativo, aplicando los métodos: experimental, descriptivo y explicativo. Se calculó una muestra de 140 estudiantes del tercer semestre de la facultad de Mecánica de la ESPOCH, la misma que fue dividida en dos grupos: experimental y de control, la homogeneidad de los grupos se comprobó con la prueba F-test. Con el fin de analizar el aprendizaje y la disponibilidad de recursos tecnológicos se utilizó como técnica de recolección de datos la encuesta y el cuestionario como instrumento, cuyos resultados permitieron estructurar una propuesta didáctica basada en la teoría constructivista del aprendizaje, la cual permite que el proceso enseñanza aprendizaje se centre en el estudiante quien es el constructor de su propio conocimiento, además se utilizó como estrategia didáctica el software GeoGebra, el cual motivó al estudiante a su utilización. La propuesta se implementó en el grupo experimental, observándose una consolidación de los conocimientos sobre Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) lineales de forma crítica y auto valorativa para solucionar problemas e interpretar los resultados, mientras que en el grupo de control se enseñó el tema de forma tradicional. Se evaluó las calificaciones de la prueba objetivo en cada grupo, alcanzando una media de 1,87/2 en el experimental y una media de 1,47/2 en el de control, que comparados con una prueba z normal (paramétrica de comprobación de hipótesis), se obtuvo un valor de 5,574 (calculada) $>1,96$ (crítico) observándose una diferencia significativa en el rendimiento académico. Se concluye que la utilización de GeoGebra incrementa el nivel de aprendizaje de EDO lineales, además que la interacción con el software permitió a los estudiantes comprobar los resultados de forma analítica y gráfica, y a su vez interpretarlos.

(Gómez Mulet, 2017) en su investigación presenta una propuesta para la enseñanza de la Derivada en un curso universitario de cálculo, cuyo principal objetivo fue desarrollar una propuesta para la enseñanza de la Derivada, basado en el aprendizaje autónomo, el propósito de esta investigación es desarrollar en los estudiantes habilidades cognitivas y hábitos académicos para la aplicación del concepto de la Derivada en la solución de problemas geométricos, físicos y de variación. La metodología se la desarrolló en cuatro fases:

- Primera fase: Apropriación del concepto de derivada.
- Segunda fase: Extensión del concepto
- Tercera fase: Aplicación teórica de los conceptos
- Cuarta fase: Transferencia de aprendizaje

Con base a los resultados de la validación se superó la dificultad de conceptualización de la Derivada asociada con el concepto de pendiente, la transferencia del aprendizaje se logró satisfactoriamente.

(Pineda, Hernández , & Avendaño, 2020), quienes en su investigación desarrollada en el programa de formación docente Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Francisco de Paula Santander -Cúcuta Colombia- buscó implementar una propuesta metodológica en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la derivada de una función en la formación inicial de docentes de matemáticas, para esto se trabajó con una muestra de 48 estudiantes. Se aplicó un cuestionario tipo Likert de cinco alternativas y 35 preguntas relacionadas con el software educativo, una vez realizado el análisis de los resultados se mostró que Derive es de fácil acceso, con una interfaz amigable, de manejo sencillo y que ofrece a sus usuarios una adecuada interactividad. Se concluyó que la incorporación de Derive facilita el aprendizaje de derivadas, permitiendo una correcta comprensión de conceptos y teorías trabajadas en la propuesta metodológica.

De la misma manera (Cabo, Llamaseres, & Peña , 2017) en su trabajo de investigación, desarrollado en la Universidad de Valladolid propone la utilización del software Derive como una herramienta para el aprendizaje de las matemáticas, donde afirma que en la sociedad actual se ha hecho imprescindible la utilización de herramientas informáticas tanto en el ámbito académico como en el profesional. Las prácticas informáticas se realizan en la asignatura troncal Matemáticas, de las licenciaturas en Economía y en Administración y Dirección de Empresas. Con la realización de la investigación se pudo concluir que la utilización de instrumentos tecnológicos facilita el aprendizaje de alumnos que tienen dificultades en la comprensión de la Matemática, a más de ello el realizar cálculos en ordenadores permite resolver problemas que por su complejidad no se pueden resolver en la pizarra.

(Bianco, y otros, 2018) en su investigación desarrollada en la cátedra de Matemática a la cual asisten alumnos de diversas carreras de Ciencias Naturales y Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, con la finalidad de desarrollar una propuesta para la enseñanza de la matemática con la utilización del software Derive. Para organizar el trabajo de los alumnos se formaron comisiones en las cuales los estudiantes se inscribieron en forma voluntaria, pero debían ser alumnos que habían realizado el diagnóstico inicial (Análisis preliminar) en el comienzo de clases, haber estado presentes en los exámenes parciales (Análisis a priori) y cumplir con cierto régimen de asistencia. Para incentivarlos a participar los alumnos inscritos en esta modalidad debieron presentar un trabajo desarrollado con Derive (Experimentación), referido a algunos temas puntuales, que luego no eran evaluados en el examen final de la asignatura (Evaluación). La aplicación de esta metodología presenta los siguientes resultados.

- Los estudiantes conocen más profundamente los algoritmos que en cursos anteriores.
- Conocen el programa y son capaces de utilizarlo en su práctica.
- A lo largo del curso se sienten más motivados hacia la asignatura que en años anteriores.

A partir de esta propuesta surgieron interesantes opiniones de los que participamos en ella, docentes y estudiantes, acerca del uso de la tecnología, y lleva a reflexionar sobre el interés de continuar este tipo de actividades con la utilización de las herramientas informáticas disponibles.

(Fonseca Castro & Alfaro Carvajal, 2018) Esta investigación está dentro de la modalidad de investigación cualitativa. Su propósito es determinar la perspectiva de los principales actores en el proceso de enseñanza-aprendizaje del cálculo diferencial e integral en una variable a nivel universitario en lo concerniente a propósitos, enfoque, metodologías y dificultades en la enseñanza y aprendizaje de esta área. Por este motivo, las técnicas e instrumentos de recolección de datos fueron diseñados desde el enfoque cualitativo, de manera que los datos recolectados permitieran la descripción y la explicación de los objetivos de este trabajo. Se utilizaron tres técnicas para la recolección de datos: (a) una entrevista a las autoridades administrativas de las escuelas de matemática de las universidades estatales participantes, (b) un cuestionario dirigido al personal docente de matemática de las escuelas de matemática, y (c) un taller con estudiantes de la carrera de Enseñanza de la Matemática de la UNA. Para esta investigación se consideraron como foco de estudio tres grupos: (a) autoridades administrativas de las escuelas de matemática de la UCR, UNA, ITCR y UNED, (b) personal docente de matemática con experiencia en la enseñanza del cálculo diferencial e integral en una variable de dichas instituciones, y (c) estudiantado avanzado de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en la Enseñanza de la Matemática de la UNA. Los sujetos participantes coinciden en que los principales propósitos del cálculo diferencial e integral en una variable en la formación del futuro personal docente de matemática son: (a) desarrollar habilidades y competencias específicas, (b) establecer bases teóricas para cursos posteriores, (c) desarrollar herramientas para la resolución de problemas, y (d) desarrollar herramientas para una mejor labor de aula.

2.2 Fundamentación epistemológica, pedagógica y sociológica de la investigación

2.2.1 *Fundamentación epistemológica*

Epistemología es la rama de la filosofía que estudia el origen, la estructura, los métodos y la validez del conocimiento. Por lo tanto, Epistemología de la matemática es el conocimiento del conocimiento matemático. (Morales, García, Torres, & Lebrija, 2018)

En este contexto para (Báez Ureña & Blanco Sánchez, 2020), la epistemología de la matemática se caracteriza de la siguiente manera:

- La apropiación del concepto implica su representación en diferentes registros semióticos.
- Se aprende Matemática cuando se realizan las actividades a través de las cuales se desarrolla la misma.
- Interrelación: actividad procesal entre sujetos, apropiación del concepto individual.
- Carácter individual y sistémico del objeto matemático.
- Carácter singular-general del modelo matemático.

(Gomez, Hernández , & Ramos, 2016) indica que el constructivismo es considerado un movimiento que se opone a concebir el aprendizaje como receptivo y pasivo, sino como una actividad organizadora y compleja del estudiante, que elabora sus nuevos conocimientos partiendo de revisiones, selecciones y transformaciones en cooperación con el maestro y sus compañeros.

Con base al análisis anterior podemos decir que la epistemología de la matemática es muy importante en el presente estudio pues permite utilizar el constructivismo y las teorías del aprendizaje como base fundamental en el diseño de una estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial mediante la utilización del software Derive, donde el estudiante maximice sus conocimientos para llegar al conocimiento del cálculo diferencial.

2.2.2 Fundamentación pedagógica

“La pedagogía tiene su raíz en la educación, pero surge por la necesidad de sistematizar y crear métodos para la transmisión de conocimientos, tradiciones, valores o cultura”. (Meroño, Calderón , & Arias, 2021).

Según la teoría constructivista de Piaget, existen dos principios en el proceso de enseñanza y aprendizaje:

El aprendizaje como un proceso activo, donde es importante, la experiencia, las equivocaciones y la búsqueda de soluciones y el aprendizaje completo, autentico y real que, de acuerdo con esta teoría, en el aula se debe enfatizar las actividades generales de los estudiantes en lugar de promover el uso de habilidades individuales, actividades auténticas que son inherentemente

divertidas y significativas para los estudiantes y son más valiosas que los puntajes de las pruebas. (Gómez Mulet, 2017).

En este estudio, es preciso analizar la metodología utilizada y las condiciones en que se desarrolla el proceso de enseñanza aprendizaje, donde los estudiantes, sean partícipes y cuenten con la suficiente orientación del docente, por lo tanto, la aplicación de la pedagogía es necesaria, ya que ayuda a desarrollar este proceso, de una manera más didáctica mediante la utilización del Software Derive.

2.2.3 *Fundamentación sociológica.*

(Parra Sandoval, 2016) En su investigación afirma que “la educación constituye un fenómeno social cuyo interés sociológico reside en sus características como institución que construye identidades y posiciones sociales, que condicionan la forma en que los individuos viven en sociedad, sus actitudes y formas de interacción”.

La presente investigación tiene como finalidad preparar al estudiante con conocimientos solidos relacionados con el cálculo diferencial dotándole de habilidades y destrezas para que pueda enfrentar los problemas que se le presentan con responsabilidad, es decir lo prepara para su vida profesional y de esta manera lo hace útil en la sociedad. Podemos afirmar que la educación está compuesta por diversos actores como son; estudiantes, docentes, autoridades institucionales, personal administrativo padres de familia, de tal manera que hacen a la educación netamente social, en este contexto esta investigación es fundamentada sociológicamente.

2.3 Bases teóricas

2.3.1 *Desarrollo de la parte conceptual del aprendizaje*

No existe un concepto universal de aprendizaje, por ello se presenta algunas definiciones más relevantes.

Aprendizaje

Según (Moreno, Martínez, Moreno, Fernández, & Guadalupe, 2017) Se denomina aprendizaje al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, posibilitado mediante el estudio, la enseñanza o la experiencia. Dicho proceso puede ser entendido a partir de diversas posturas, lo que implica que existen diferentes teorías vinculadas al hecho de aprender. La

psicología conductista, por ejemplo, describe el aprendizaje de acuerdo con los cambios que pueden observarse en la conducta de un sujeto. (pág, 22)

En consecuencia, para poder hablar de un aprendizaje, es necesario que: (Costa & García, 2017) “haya un cambio apreciable en las personas, sea duradero en el tiempo y tenga resultados diversos”.

Para (Gallardo & Camacho, 2016) existen algunos tipos de aprendizajes, y son:

Aprendizaje por descubrimiento: Aprendizaje en el cual el alumno construye sus conocimientos de una manera autónoma, sin la ayuda permanente del profesor. Requiere un método de búsqueda activa por parte del educando, bien siguiendo un método inductivo, bien hipotético-deductivo.

Aprendizaje mecánico: - Aquél que presenta rasgos o notas tales como: incorporación arbitraria de nuevos conocimientos, falta de integración de ellos en la estructura cognitiva del individuo que aprende y adquisición memorística sin significado que dificulta su aplicación a situaciones diferentes. - Adquisición memorística de conocimientos, sin ningún significado y no aplicable en situaciones y contextos distintos.

Aprendizaje significativo: Construcción de aprendizajes por parte del alumno, con la ayuda del profesor, que relaciona de manera no arbitraria la nueva información con lo que el alumno ya sabe.

Aprendizaje por recepción: Aprendizaje por instrucción expositiva que comunica el contenido que va a ser aprendido en su forma final.

Aprendizaje repetitivo: Aquél que se produce cuando los contenidos no son adaptados y reorganizados en los conocimientos previos del alumno, los asimila literalmente sin hacerlos suyos.

Aprendizaje reproductivo: Consiste en aplicar destrezas previamente adquiridas a un problema nuevo. Es una forma de no-aprendizaje.

Aprendizaje productivo: Implica una organización perceptiva o conceptual y es más bien un proceso, no sólo un contenido nuevo.

Aprendizaje restringido: Aquél a través del cual obtenemos información concreta y específica de nuestro ambiente; constituye la base de la constitución del condicionamiento clásico y condicionamiento operante.

Aprendizaje amplio: Implica un progreso cualitativo de las estructuras cognitivas que conduce a un equilibrio.

Aprendizaje de representación: Donde las palabras tienen el mismo resultado que sus referentes (adquisición de vocabulario).

Aprendizaje de conceptos: El concepto implica objetos, hechos, sucesos, situaciones con atributos comunes que todos generan mediante un símbolo o signo.

Aprendizaje de proposiciones: Implica adquirir el significado de nuevas ideas expresadas en una frase que contiene dos o más conceptos. (pág. 24-25)

Sin embargo, la esencia del aprendizaje siendo universal durante toda la vida, ha dado origen a diversas teorías las cuales son:

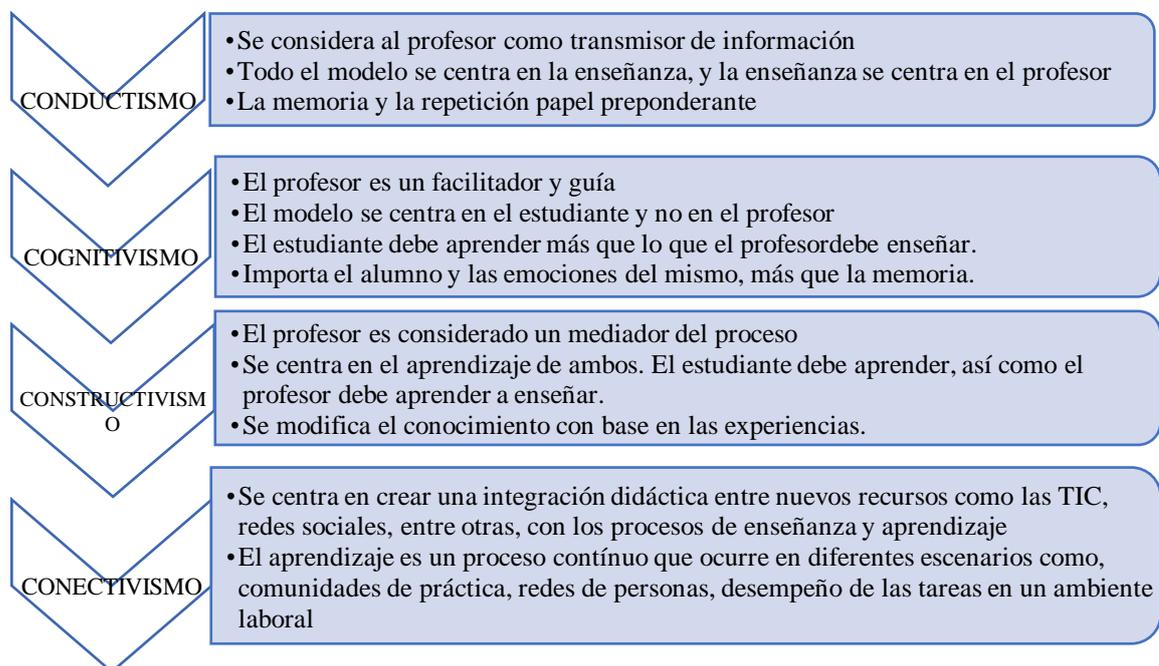


Gráfico 1-2: Teorías del aprendizaje

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

2.3.1.1 Teorías del aprendizaje

Las teorías de aprendizaje surgen de la necesidad de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, son modelos que permiten entender cómo el alumno aprende de una manera más efectiva, estas teorías tienen como objetivo explicar el origen del saber. El aprendizaje forma parte de un conjunto teórico y práctico que debe utilizar el maestro en la actividad educativa, con el fin de observar el comportamiento del alumno en la adquisición de los conocimientos y modos de comportamiento.

Según (Rosales, 2017) en su ponencia 17 manifiesta que las teorías del aprendizaje han aportado modelos para fundamentar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Cada una de estas posiciones científicas han contribuido, en su momento histórico, con argumentos para comprender y mejorar la práctica educativa y transformarla. Y cada una de ellas, con el tiempo, han sido superadas parcialmente y cedido el paso a otros puntos de vista y modelos que, acordes con las nuevas condiciones sociales, explican lo que hay que realizar y lograr, y orientan mejor hacia esas metas.

Teoría conductista

(Concha, 2017) Los principales autores del conductismo son, Watson John Broadus, considerado el autor del conductismo, Iván Petrovich Pavlov, Burrhus Frederic Skinner, Edward Chance Tolman y Clark Leonard Hull, quienes caracterizan al conductismo como el estudio del comportamiento observable (la conducta humana, la cual analiza científicamente). Considera el entorno como un conjunto de estímulos y respuestas, y se basa en la repetición de diferentes acciones para lograr el aprendizaje requerido en respuesta a las mismas acciones.

Los objetivos educativos son establecidos por el docente, deben detallar la conducta observable que se espera medir. El aprendizaje es gradual y continuo, cuando se logra que los estudiantes den las respuestas adecuadas en función del estímulo; consiste en un cambio en la forma del comportamiento. (Concha, 2017).

El docente es quién Dirige todo el proceso de enseñanza-aprendizaje diseñando las actividades y los refuerzos, o estímulos adecuados.

El estudiante tiene un papel pasivo, es una tabla rasa vacía de contenido. Para aprender depende de los estímulos que reciba del exterior. Aprende gracias a la memorización y a la repetición, aunque no asimile los conceptos, ni los comprenda y los olvide rápidamente, es un sujeto pasivo que no aporta nada al conocimiento, la interacción entre estudiantes se basa en una relación de buen comportamiento, no de creación de conocimiento.

La Evaluación por objetivos definidos, observables y medibles cuantitativamente a través de prueba y exámenes, no interesa el proceso, solo la consecución de los objetivos o conductas evaluadas.

En lo referente con la aplicación de las TICs solo es una propuesta digitalizada de la enseñanza programada, que presentan un temario y una serie de ejercicios y preguntas y respuestas encaminadas a verificar su comprensión y adquisición por parte del alumno, gracias a una fuerte carga repetitiva. Su origen radica en los supuestos de la enseñanza programada de Skinner basada en una rudimentaria presentación secuencial de preguntas y en la sanción correspondiente a las respuestas erróneas de los alumnos. (Concha, 2017)

Teoría cognitiva

(Concha, 2017) Los principales autores del conductismo son, Jean Piaget, (Desarrollo intelectual por etapas), Jerome Bruner, (Aprendizaje por Descubrimiento), David Ausubel, (Aprendizaje Significativo), Robert Gagné, (Niveles de Aprendizaje), Howard Gardner, (Inteligencias Múltiples), Lev Vigotsky, (Desarrollo cognitivo mediante interacción social), Erick Erickson, (La sociedad moldea el desarrollo del ser humano). “La teoría cognitiva se basa en la idea que el aprendizaje se produce a partir de la propia experiencia del estudiantado y su desarrollo cognitivo, a diferencia del conductismo si importan los pensamientos y sentimientos” (Sandí & Cruz, 2016).

El objetivo educacional es lograr el aprendizaje significativo con sentido y desarrollar habilidades estratégicas generales y específicas del aprendizaje.

El docente no es el centro del proceso de aprendizaje, sino que su función es confeccionar y organizar experiencias didácticas interesantes y crear un ambiente positivo de estudio, en esta teoría el estudiante es un sujeto activo procesador de información con capacidad de aprender, la interacción entre estudiantes es un elemento básico en el proceso de aprendizaje ya que la relación permite construir el propio conocimiento. (Concha, 2017).

La evaluación se centra en el proceso de aprendizaje, utiliza datos cualitativos y da mayor importancia a las estrategias utilizadas para conseguir los objetivos.

Las TIC son un recurso muy válido para favorecer el aprendizaje porque fomenta la participación entre estudiantes y permite crear programas y sistemas donde el alumno desarrolla sus capacidades cognitivas

Teoría constructivista

Su principal característica es el fomento de la reflexión en la experiencia, permitiendo que el contexto y el contenido sean dependientes de la construcción del conocimiento, su principal objetivo es aprender mediante la construcción de conocimientos en base a las experiencias del alumno, por medio de la realización de actividades que son de utilidad en el mundo real.

El papel del docente debe ser de moderador, coordinador, facilitador, mediador y al mismo tiempo participativo, es decir debe contextualizar las distintas actividades del proceso de aprendizaje. Es el directo responsable, de la misma manera el rol del estudiante es ser el constructor tanto de esquemas como de estructuras operatorias, siendo el responsable último de su propio proceso de aprendizaje y el procesador activo de la información, construye el conocimiento por sí mismo y nadie puede sustituirle en esta tarea, la interacción de los estudiantes es activa mediante el compromiso y la responsabilidad, ser constructiva en base a la adaptación de nuevas ideas para dar sentido o significado, ser colaborativa a través del trabajo en comunidades de aprendizaje y construcción del conocimiento.

La función comunicativa de los docentes en todo proceso de evaluación da la actividad educativa.

La comunicación educativa constituye el proceso mediante el cual se estructura la personalidad del educando

En la evaluación de los procesos de aprendizaje se debe considerar los aspectos cognitivos y afectivos que los estudiantes utilizan durante el proceso de construcción de los aprendizajes.

En las teorías constructivistas las aplicaciones TIC y sus herramientas potencian el compromiso activo del alumno, la participación, la interacción, la retroalimentación y conexión con el contexto real, de tal manera que son propicias para que el alumno pueda controlar y ser consciente de su propio proceso de aprendizaje.

En síntesis, la teoría constructivista radica en una renovación de conocimientos para crear o convertir estos en nuevas soluciones ante diferentes situaciones o problemas.

Más adelante se analiza a detalle esta teoría para utilizarle como base para la elaboración de la estrategia didáctica que plantea esta investigación.

La teoría constructivista considera que el aprendizaje es siempre una construcción interior, su concepto central es el aprendizaje significativo, definido por Ausubel como el proceso utilizado por el alumno para aprender, el cual relaciona la información nueva con la que posee, dándole un significado y favoreciendo su comprensión, lo cual implica considerar las ideas previas del alumnado para brindarle experiencias que promuevan sus habilidades del pensamiento (Figuerola et al., 2017, p.7).

El constructivismo concibe el conocimiento como una construcción propia del sujeto que se va produciendo día con día como resultado de la interacción de los factores cognitivos y sociales, dicho proceso se realiza de forma permanente y en cualquier entorno en el que el sujeto interactúa. Esta teoría considera al ser humano como un ente autogestor, capaz de procesar la información obtenida del entorno, interpretarla según lo que conoce y convirtiéndola en un nuevo conocimiento, es decir que las experiencias previas del sujeto le permiten en el marco de otros contextos realizar nuevas construcciones mentales (Saldarriaga et al., 2016, p.131).

El constructivismo promueve estrategias que incorporen tecnología informática, facilitando la creación de nuevas formas de aprendizaje, ya que permite la conexión con experiencias significativas, las cuales pueden constituirse en herramientas cognitivas que el alumno utiliza para estimular y desarrollar habilidades del pensamiento. Según (Escorza, 2020, p.64) aprender con la tecnología permite que el alumno se desarrolle intelectualmente, organizando las ideas con mayor soltura para actuar posteriormente con ellas apoyando su proceso de aprendizaje.

Según Paladines, 2018, Piaget manifiesta en su teoría indica que el desarrollo cognitivo es un proceso continuo en el cual la construcción de los esquemas mentales es elaborada desde los esquemas de la niñez, en un proceso de reconstrucción constante (p.58).

Las herramientas cognitivas son utilizadas para visualizar, organizar, automatizar o suplantar las técnicas del pensamiento, es decir, que el alumnado debe usar la tecnología como herramienta para: (a) representar el problema, (b) promover sus conocimientos, (c) consolidar esquemas preexistentes mediante la automatización de ejercicios de un nivel inferior, y (d) reagrupar la información pertinente y necesaria al resolver un problema (García, 2020, p.25).

Al hablar de herramientas cognitivas la tecnología se hace cargo de las actividades trabajosas y rutinarias como los cálculos y gráficos, lo que permite a que el alumno se centre en conceptos esenciales y ayuda al docente a evitar actividades que no aportan nada en forma directa a la tarea educativa pero que hace falta realizar. Bajo esta perspectiva el profesor debe encarar un rol

de facilitador de saberes y desarrollador de habilidades que permitan a los alumnos utilizar el análisis crítico y reflexivo (García, 2020, p.26).

Submodelos de la teoría constructivista

Olmedo y Farrerons, 2017, consideran que el modelo constructivista es el más influyente dentro de la didáctica de las ciencias, además que se divide en 4 submodelos:

Piagetiano. Aplica en la enseñanza las diferentes partes del entramado teórico de las aportaciones de Piaget.

Humano. Se fundamenta en el aprendizaje significativo de Ausubel.

Social. Utiliza mensajes sencillos como las concepciones específicas de los alumnos sobre los contenidos de enseñanza.

Radical. Dentro del aprendizaje promueve actividades vinculadas a las especulaciones y confrontación filosófica que a cuestiones del aula (Olmedo y Farrerons, 2017, pp.9-10).

Importancia de la teoría constructivista en la pedagogía contemporánea.

La importancia de esta teoría radica en lo siguiente:

- El conocimiento es el resultado de la interacción entre sujeto y objeto, es decir que el conocimiento no radica en los objetos ni en el sujeto, sino en la interacción entre ambos, por lo que el aprendizaje está definido por las etapas de desarrollo del conocimiento.
- El alumno es un sujeto activo que elabora la información, siendo capaz de progresar por sí mismo, además que se ha permitido reconocer la actividad del profesor como elemento, el cual puede favorecer el desarrollo del aprendizaje mediante entornos de aprendizaje y actividades adaptadas al nivel de desarrollo de los alumnos con los que trata.
- Se potencia el desarrollo de métodos de enseñanza que estimulan el aprendizaje activo, al considerar que los conocimientos necesitan ser construidos activamente por el propio sujeto para poder realmente ser comprendidos.
- Se considera a la inteligencia como un todo organizado en el que los elementos individuales se encuentran coordinados y estrechamente relacionados entre sí para formar una estructura coherente que el alumno aplica para conocer el mundo que le rodea.

- El profesor se convierte en un orientador dentro del proceso, es decir que deja de impartir conocimientos de manera mecánica y busca crear las condiciones y los métodos apropiados para que el estudiante sea capaz de desarrollar su inteligencia construyendo los conocimientos que necesita para su formación.
- Se considera la autogestión del aprendizaje, es decir que el alumno es capaz de construir su conocimiento partiendo de: experiencias previas, los contenidos impartidos por el profesor y el adecuado ambiente, lo que le permite conseguir un aprendizaje con comprensión, fácilmente generalizable a otros contextos, duradero en el tiempo y que el alumno aumente el sentido de su propia capacidad para generar conocimientos valiosos por sí mismo, lo que potencia posteriores esfuerzos (Saldarriaga et al., 2016, pp.135-137).

Consideraciones en el proceso enseñanza-aprendizaje bajo la concepción constructivista

- El aprendizaje es subjetivo y personal, ya que es un proceso constructivo interno
- El aprendizaje es social y cooperativo, ya que permite la mediación con otros.
- El nivel de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, además de la naturaleza y estructura del conocimiento.
- El aprendizaje empieza con los conocimientos y experiencias previos del estudiante.
- El aprendizaje se facilita construyendo puentes cognitivos entre lo nuevo y lo ya conocido (Olmedo y Farrerons, 2017, pp.8-9).

Principios metodológicos fundamentales

Gallardo y Camacho, 2016, mencionan los siguientes principios metodológicos fundamentales expresados por Piaget (pp.42-43):

1. La resolución de problemas por el alumno mediante métodos experimentales: observación, hipótesis, comprobación, ley.
2. La consideración de las primeras soluciones de un problema como hipótesis que deben verificarse.
3. Conceder gran importancia a las actividades prácticas.
4. Realizar las operaciones por manipulaciones y experiencias concretas.
5. Llegar a la resolución de un problema por caminos diferentes, representa una medida didáctica importante para su comprensión por parte del alumno.
6. Favorecer la cooperación social de los niños y su formación a través del trabajo en equipo y la discusión entre ellos.

7. Desde los primeros años de su escolaridad, los niños deberán ser estimulados y guiados hacia el trabajo de conjunto y hacia la discusión de problemas sencillos que estén a su alcance.
8. El profesor, en la medida de lo posible debe potenciar las actividades socializadas por medio de la discusión en común y el trabajo en equipos.
9. El docente, debe dejar una gran libertad al niño para desarrollar su pensamiento.
10. La discusión de un problema se realizará en conjunto y, desde un punto de vista organizativo, puede tener las siguientes formas: discusión en común, trabajo en equipos y trabajo individual.
11. Se debe exigir que los descubrimientos sean hechos, en cuanto sea posible, por el alumno durante sus experimentos.
12. Toda lección experimental debe comenzar por una discusión en común del problema en que determinadas posibilidades de solución sean ya sugeridas.
13. Es necesario llevar a los alumnos a que se planteen ellos mismos los problemas.
14. En vez de presentar un objeto aislado a la observación de los alumnos, se presenta simultáneamente otro que contraste con el primero. De ello resulta una mejor participación de los alumnos en la clase.
15. A menudo, es ventajoso combinar la discusión en común con el trabajo en equipos. Es preciso que cada alumno efectúe por sí mismo los experimentos y si ello no fuese posible, que la actividad se fundamente en datos perceptivos (objetos, figuras geométricas, ilustraciones, modelos, relieves, dispositivos móviles, croquis en la pizarra, etc.).

Fases y procesos en el aprendizaje constructivista

1. Motivación. Creación de expectativas y disposiciones en el alumno para tratar de conseguir que éste encuentre razones o causas para aprender.
2. Comprensión. Requiere atención y percepción selectiva para tener ideas claras de los aspectos más importantes de las cosas.
3. Adquisición. Fijación de nuevos conocimientos por parte del alumno, destacando lo esencial del aprendizaje, dividiendo en partes o bloques la información, siguiendo procedimientos, una lógica para organizarla y estructurarla, para que así pueda expresar con sus palabras el sentido de esta.
4. Retención. Almacenamiento en la memoria de los conceptos aprendidos en momentos anteriores.
5. Recuperación. Recuerdo de lo almacenado.

6. Generalización o transferencia. El alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas o situaciones nuevas.
7. Desempeño. Dar a conocer y elaborar una respuesta (verbal o no verbal).
8. Realimentación. Tiene como propósito la afirmación o verificación de la relación existente entre un criterio establecido de antemano y la validez de la respuesta aprendida (Gallardo y Camacho, 2016, pp.56-57).

Características de un modelo didáctico constructivista

Olmedo y Farrerons, 2017, manifiestan las siguientes características (pp.8-9):

1. Visión constructivista

- Fundamento psicológico: Aprendizaje significativo relacionado con los conocimientos previos.
- Fundamento epistemológico: Interpretación de la realidad a través de modelos
- Fundamento empírico: Ideas previas que los alumnos tienen a pesar de la instrucción

2. Principios

- Aprender reconstruyendo los conocimientos
- Los contenidos y procesos son complementarios
- Enseñar es ayudar al aprendizaje planificando y organizando

3. Sintaxis

- Iniciar con las ideas del alumnado
- Explorar, reestructurar y aplicar nuevas ideas
- Fomentar el cambio conceptual
- El currículum es un compendio de actividades
- Crear ambientes de aprendizaje donde los estudiantes construyan sus propios significados.

4. Sistema social

- El docente es investigador, selecciona problemas de aprendizaje.

- Activa la participación de los estudiantes
- Se fomenta el trabajo en grupos pequeños
- Se evalúan conceptos, habilidades, procesos y capacidad para resolver problemas
- Control de los estudiantes del propio aprendizaje

5. Sistema de apoyo

- Diversidad de recursos
- Formación de docentes
- Materiales, libros, softwares
- Diálogo y aprendizaje colaborativo.

Teoría constructivista y las matemáticas

El aprendizaje significativo de las matemáticas debe sustentarse en la comprensión de los conceptos matemáticos básicos. Se debe aceptar que el estudiante construye el conocimiento, de un modo activo, a través de la interacción con el medio y la organización de sus propios constructos mentales, es decir que no es un receptor pasivo del conocimiento; pues lo interpreta, lo estructura y lo asimila según sus propios esquemas mentales, lo que induce a decir que el aprendizaje en matemática debe ser constructivista.

Este aprendizaje implica dos principios:

1. El conocimiento es construido activamente por el sujeto que conoce, no es recibido pasivamente del entorno.
2. Llegar a conocer es un proceso adaptativo que organiza el propio mundo experiencial; no se descubre un mundo independiente, preexistente, exterior a la mente del sujeto (Montecé, 2017, p.33).

Teoría conectivista

El conectivismo o también llamada como teoría del aprendizaje para la era digital, es una teoría promovida por Stephen Downes y George Siemens. “Se basa en las teorías del caos, la complejidad, la auto organización y las redes sociales. El aprendizaje es un proceso que ocurre al interior de ambientes difusos que no están por completo bajo el control del estudiante”. (Concha, 2017).

Su principal objetivo es capacitar al estudiante para que pase de ser consumidor a productor del conocimiento a través de la colaboración y cooperación de otros individuos y mediante el uso de las TICs.

El rol del docente es capacitar a los alumnos para que creen y mantengan sus propias redes de aprendizaje y las continúen usando a lo largo de toda su vida para navegar su futuro y resolver de manera creativa los problemas del mundo. De igual manera el rol del estudiante es crear o formar parte de redes de aprendizaje según sus necesidades lo que le permite actualizar constantemente sus conocimientos. El aprendizaje será mejor, cuantas más conexiones entre estudiantes existan en la red de conocimiento, ya que esta diversidad genera nuevos nodos especializados en ciertas materias que a su vez sirven de fuente de conocimiento al resto de los nodos.

La evaluación es continua e incierta y los instrumentos utilizados para realizarla vienen determinados por el estudiante.

(Concha, 2017) afirma que “La forma en la que trabajan y funcionan las personas se ve alterada con el uso de nuevas herramientas informáticas que, de hecho, están definiendo y modelando nuestro pensamiento”.

Generalizaciones en las teorías del aprendizaje

(Kemp & Smellie, 1993) indica que las teorías del aprendizaje se pueden generalizar de la siguiente manera:

- **Motivación.** Un alumno que aprende es porque se siente motivado, interesado y tiene la necesidad de aprender
- **Objetivos del aprendizaje.** Toda actuación docente debe anticipar los objetivos que aspira alcanzar.
- **Ritmos y diferencias individuales.** Cada individuo es diferente, por lo tanto, se debe tener presente las capacidades, actitudes y habilidades de cada estudiante al momento de empezar el proceso de aprendizaje.
- **Conocimiento de los destinatarios y diseño de la acción.** Se debe realizar un diagnóstico de los sujetos que van a aprender, para conocer su interés, necesidades, nivel de conocimiento, finalidades, esto ayuda a encaminar de manera adecuada nuestras acciones, actividades, material de trabajo, etc.

- Organización del contenido. Seleccionar contenidos relevantes, significativos y al nivel de los estudiantes, los cuales deben estructurarse en bloque o unidades secuenciadas, con sentido, direccionalidad y uniformidad.
- Participación. Se debe involucrar al máximo al estudiante y hacerle participar de manera frecuente al estudiante. (pág. 58)

Tabla 1-2: Teorías del aprendizaje

	CONDUCTISMO	COGNITIVISMO	CONSTRUCTIVISMO	CONECTIVISMO
AUTORES	Skinner Watson Pavlov Bandura Desollador Thorndike	Gagné Bruner Anderson Gardner Novak Rummelhart Norman	Vygotsky Piaget Lave y Wenger Bransford Hasselbring Grabinger Spiro y cols.	Siemens Downes
CARACTERÍSTICAS	Estudia el comportamiento observable. Considera el entorno como un conjunto de estímulos-respuestas.	Se basa en la idea que el aprendizaje se produce a partir de la propia experiencia.	Su característica es el fomento de la reflexión en la experiencia, permitiendo que el contexto y el contenido sean dependientes de la construcción del conocimiento.	Se basa en las teorías del caos, la complejidad, la autoorganización y las redes sociales
OBJETIVOS EDUCATIVOS	Establecidos por el docente, deben detallar la conducta observable que se espera medir. El alumno es una tabla rasa que está vacío de contenido. El aprendizaje es gradual y continuo, cuando se logra que el estudiante de las respuestas adecuadas en	Lograr el aprendizaje significativo con sentido y desarrollar habilidades estratégicas generales y específicas de aprendizaje.	Aprender mediante la construcción de conocimientos en base a las experiencias del alumno, por medio de la realización de actividades que son de utilidad en el mundo real.	Capacitar al estudiante para que pase de ser consumidor a productor del conocimiento a través de la colaboración y cooperación con otros individuos y mediante el uso de las TIC.

	función del estímulo; consiste en un cambio en la forma del comportamiento.			
ROL DEL DOCENTE	Dirige todo el proceso de enseñanza-aprendizaje diseñando el proceso de estímulo-respuesta y los refuerzos, castigos o estímulos adecuados.	El docente no es el centro del proceso de aprendizaje, sino que su función es confeccionar y organizar experiencias didácticas interesantes.	El papel del docente debe ser de moderador, coordinador, facilitador, mediador y al mismo tiempo participativo, es decir debe contextualizar las distintas actividades del proceso de aprendizaje.	Capacitar a los alumnos para que creen y mantengan sus propias redes de aprendizaje y las continúen usando a lo largo de toda su vida para navegar su futuro y resolver de manera creativa los problemas del mundo.
ROL DEL ESTUDIANTE	Tiene un papel pasivo, es una «tabla rasa» vacía de contenido. Para aprender depende de los estímulos que reciba del exterior. Aprende gracias a la memorización y a la repetición, aunque no asimile los conceptos, ni los comprenda y los olvide rápidamente.	El estudiante es un sujeto activo procesador de información con capacidad de aprender.	Su papel constructor tanto de esquemas como de estructuras operatorias. Siendo el responsable último de su propio proceso de aprendizaje y el procesador activo de la información, construye el conocimiento por sí mismo y nadie puede sustituirle en esta tarea	Crear o formar parte de redes de aprendizaje según sus necesidades lo que le permite actualizar constantemente sus conocimientos.
INTERACCIÓN ENTRE ESTUDIANTES	Se basa en una relación de buen comportamiento, no de creación de conocimiento.	Elemento básico en el proceso de aprendizaje ya que la relación permite construir el propio conocimiento.	Ser activa mediante el compromiso y la responsabilidad. Ser constructiva en base a la adaptación de nuevas ideas para dar sentido o significado. Ser colaborativa a través del trabajo en comunidades de aprendizaje y construcción del conocimiento.	El aprendizaje será mejor cuantas más conexiones entre estudiantes existan en la red de conocimiento, ya que esta diversidad genera nuevos nodos especializados en ciertas materias que a su vez sirven de fuente de conocimiento al resto de los nodos.

RELACIÓN DOCENTE ALUMNO	El docente es el sujeto activo que diseña las actividades y los estímulos, mientras que el alumno es un sujeto pasivo que no aporta nada al aprendizaje.	Relación basada en la retroalimentación y requiera la alta participación del estudiante y la creación de un ambiente positivo por parte del docente.	La función comunicativa de los docentes en todo proceso de evaluación da la actividad educativa. La comunicación educativa constituye el proceso mediante el cual se estructura la personalidad del educando	El profesor se convierte en tutor del estudiante que construye su propio conocimiento guiado por éste.
EVALUACIÓN	Evaluación por objetivos definidos, observables y medibles cuantitativamente a través de test y exámenes. No interesa el proceso, solo la consecución de los objetivos o conductas evaluadas.	Centrada en el proceso de aprendizaje, utiliza datos cualitativos y da mayor importancia a las estrategias utilizadas para conseguir los objetivos.	Evaluación de los procesos de aprendizaje. Considerar los aspectos cognitivos y afectivos que los estudiantes utilizan durante el proceso de construcción de los aprendizajes.	Es continúa e incierta y los instrumentos utilizados para realizarla vienen determinados por el estudiante
APLICACIÓN DE LAS TICS	Propuesta digitalizada de la enseñanza programada, que presentan un temario y una serie de ejercicios y preguntas y respuestas encaminadas a verificar su comprensión y adquisición por parte del alumno, gracias a una fuerte carga repetitiva. Se basa en una rudimentaria presentación secuencial de preguntas y en la sanción correspondiente a las respuestas erróneas de los alumnos.	Las TIC son un recurso muy válido para favorecer el aprendizaje porque fomenta la participación entre estudiantes y permite crear programas y sistemas donde el alumno desarrolla sus capacidades cognitivas.	En las teorías constructivistas las aplicaciones TIC y sus herramientas potencian el compromiso activo del alumno, la participación, la interacción, la retroalimentación y conexión con el contexto real, de tal manera que son propicias para que el alumno pueda controlar y ser consciente de su propio proceso de aprendizaje.	La forma en la que trabajan y funcionan las personas se ve alterada con el uso de nuevas herramientas (aplicaciones web, blogs, wikis, podcasts, agendas colaborativas, e-portfolios abiertos y gestionados por el aprendiz, IMS y videoconferencias, web conferencias, redes sociales abiertas e interconectada) que, de hecho, están definiendo y modelando nuestro pensamiento.

Fuente: (CONCHA, 2017)

Tabla 2-2: Comparativa de las Teorías del aprendizaje

PROPIEDAD	CONDUCTISMO	COGNITIVISMO	CONSTRUCTIVISMO	CONECTIVISMO
¿Cómo se conduce el aprendizaje?	Caja negra Enfoque principal en el comportamiento observable	Estructurado, computacional	Social, significado creado por cada estudiante	Distribuido dentro de una red social, mejorado tecnológicamente, reconociendo e interpretando patrones
Factores que influyen	Naturaleza de recompensa, castigo, estímulo	Esquema existente, experiencias anteriores	Compromiso, participación, sociales, culturales.	Diversidad de la red, la fuerza de los vínculos.
Rol de la memoria	La memoria es el resultado de repetidas experiencias, donde la recompensa y el castigo son influyentes	Codificación, almacenamiento, recuperación.	Conocimiento previo remezclado al contexto actual.	Patrones de adaptación, representativos del estado actual que existe en las redes.
¿Cómo ocurre la transferencia?	Estímulo, respuesta.	Duplicación de las construcciones de conocimiento del conocedor	Socialización	Conectado a redes.
Otra forma de conocerlo	Aprendizaje basado en tareas	Razonamiento, objetivos claros, la resolución de problemas	Social, vago (mal definido)	Aprendizaje complejo, diversas fuentes del conocimiento.

Fuente: (CONCHA, 2017)

Realizado por: Carrasco, Jorge, 2022

2.3.1.2 Teoría constructivista y las matemáticas

El aprendizaje significativo de las matemáticas debe sustentarse en la comprensión de los conceptos matemáticos básicos. En este contexto se debe aceptar que el estudiante construye el conocimiento, de un modo activo, a través de la interacción con el medio y la organización de sus propios constructos mentales, es decir que no es un receptor pasivo del conocimiento”; pues lo interpreta, lo estructura y lo asimila según sus propios esquemas mentales, lo que induce a decir que el aprendizaje en matemática debe ser constructivista. (Bonilla, 2021, pág123)

2.3.2 Estrategias didácticas

Para (Yáñez & Narváez, 2018) “las estrategias didácticas son procesos o secuencias de actividades que sirven de base a la realización de tareas intelectuales y que se eligen con el propósito de facilitar la construcción, permanencia y transferencia de conocimiento”. Por lo tanto, podemos decir que son actividades que implementa el maestro para transmitir el proceso didáctico y lograr el aprendizaje de los educandos

Tipos de estrategias didácticas: Existen dos tipos de estrategias didácticas:

Estrategias de enseñanza. Son procedimientos empleados por el profesor para hacer posible el aprendizaje del estudiante. Incluyen operaciones físicas y mentales para facilitar la confrontación del sujeto que aprende con el objeto de conocimiento. (Rosales, 2017, pág. 6)

Estrategias de aprendizaje. Procedimientos mentales que el estudiante sigue para aprender. Es una secuencia de operaciones cognoscitivas y procedimentales que el estudiante desarrolla para procesar la información y aprenderla significativamente. (Rosales, 2017, pág. 6)

2.3.2.1 Características de las estrategias didácticas

- a) Su aplicación es controlada y no automática, es decir se requiere de una toma de decisiones, de una actividad previa de planificación y de un control de su ejecución.
- b) Se debe realizar una reflexión profunda sobre el modo de emplearlas, existiendo un dominio de las secuencias de acciones y técnicas que las constituyen, así como también el cómo y cuándo aplicarlas.
- c) El estudiante debe seleccionarlas inteligentemente de entre varios recursos y capacidades, utilizando una actividad estratégica en función de demandas contextuales determinadas y de la consecución de ciertas metas de aprendizaje (Bonilla, 2021, pág. 24)

2.3.2.2 Didáctica de la Matemática

La didáctica de la matemática se la puede considerar como el arte de enseñar, como el conjunto de procedimientos y medios cuyo objetivo fundamental es generar conocimientos que ayuden a comprender los procesos de estudio de las matemáticas, siendo estas de dos tipos:

Tipo explicativo. Pretende que su construcción teórica sirva para comprender los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, su principal objetivo es ayudar a describir, interpretar y/o explicar los procesos de enseñanza-aprendizaje, exige herramientas para una

didáctica descriptiva y explicativa que sirva para responder ¿qué ha ocurrido aquí cómo y por qué?

Tipo comprensivo. Pretende que sus conocimientos sirvan para guiar de mejor manera dichos procesos y conlleva a su valoración y mejora, esta necesita herramientas para una didáctica valorativa que sirva para responder la pregunta ¿qué se podría mejorar?

Estos tipos de didáctica de la matemática interactúan estrechamente, ya que sin una buena comprensión de los procesos de enseñanza aprendizaje de las matemáticas, no es posible conseguir su mejora.

2.3.2.3 La tecnología y el aprendizaje de las matemáticas

Se citan a continuación algunos resultados de investigaciones referentes al tema.

En su estudio (Drijvers, 2015) analiza un caso de estudio donde encontró que los “factores para el éxito de la tecnología digital en la educación matemática incluyen el diseño de la herramienta digital y de las tareas apropiadas que exploren el potencial pedagógico de la herramienta, el papel del profesor y el contexto educativo”

Entre los resultados a los que llegó (Bell, 2016) determinó que la “percepción del profesor de Matemáticas, su conocimiento personal y la comprensión de ese conocimiento, está intrínsecamente vinculada a la eficacia de la entrega de Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas en su propia práctica en el aula”.

También se consideró la investigación de (Zaldivar, Tripp, Aguilar, Tobar, & Anguiano, 2015) en la cual demuestran que la tecnología móvil es muy importante en el aprendizaje de las matemáticas, esto se ve reflejado en la mejora de su rendimiento académico. Esto se atribuye a diferentes razones como la disponibilidad de acceso a internet, facilidad de comunicación con maestros y compañeros.

De lo anteriormente expuesto se puede deducir que la mayoría de los investigadores coinciden que el uso de la tecnología aporta significativamente en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas y las demás ciencias.

2.3.2.4 Motivación en el aprendizaje

(Gallardo & Camacho, 2016) en su libro *La motivación y el aprendizaje en educación* indica que existen algunos principios que inciden en la motivación de los alumnos y son:

- La motivación es tanto efecto como causa del aprendizaje.
- El objeto de cualquier tema ha de explicarse lo más posible. En el caso de objetivos remotos y poco prácticos debe ser expresada la relación en las tareas de aprendizaje con otros tipos de conocimientos y capacidades intelectuales.
- Debe hacerse uso completo de los intereses y motivaciones existentes, pero no debemos considerarnos limitados por ellos.
- Es necesario aumentar al máximo el impulso cognoscitivo activando la curiosidad, atrayendo la atención y preparando las clases de forma que se asegure el éxito final.
- Activar la curiosidad y el interés del alumno por el contenido del tema o la tarea.
- Mostrar la relevancia del contenido o tarea para el alumno.
- Organizar la actividad en grupos cooperativos.
- Dar el máximo de opciones de intervención para facilitar la percepción de autonomía.
- Antes, durante y después de la tarea orientar la atención de los alumnos.
- Promover la adquisición de los siguientes aprendizajes.
- Adecuar las tareas a la capacidad del alumno: Nada hay que perjudique la motivación tanto como un fracaso o una frustración.
- Conviene ayudar a los alumnos a fijarse objetivos realistas y a evaluar sus progresos con respecto a dichos objetivos, proporcionándoles tareas que valoren los límites de su capacidad y dándoles información sobre el nivel de consecución de los objetivos alcanzados.
- Tener en cuenta los cambios evolutivos y las diferencias individuales que condicionan los modelos motivacionales.
- Ejemplificar los mismos comportamientos y valores que se tratan de transmitir con los mensajes que se dan en clase.
- Hacer uso juicioso de la motivación extrínseca.
- Organizar las evaluaciones. (pág. 17)

2.4 Desarrollo de la parte conceptual de la derivada

Para la realización de la parte contextual de la derivada, se tomó en cuenta los temas contemplados en el Sílabo de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, para lo cual se revisó bibliografía de varios autores expertos en el tema de cálculo diferencial.

La definición más común hace referencia a que la derivada es el límite del cociente entre el incremento de una función y el de la variable cuando este último tiende a cero. Este concepto se lo analizará en un contexto más riguroso en los siguientes temas.

2.4.1 *La idea fundamental del cálculo diferencial*

El concepto fundamental del Cálculo Diferencial se encuentra presente en las actividades que realizamos diariamente. (Wenzelburger, 1993) afirma que “vivimos en un mundo caracterizado por cambios continuos. Es importante desarrollar métodos matemáticos para cuantificar, describir y pronosticar esos cambios. Justamente esto es el propósito del Cálculo Diferencial”. (pág. 97)

Podemos citar algunos fenómenos físicos que ejemplifican este propósito del Cálculo Diferencial:

- La razón de cambio de la velocidad con respecto al tiempo es la aceleración.
- La razón de cambio del tamaño de una persona se llama tasa de crecimiento.
- La razón de cambio de la posición con respecto al tiempo se llama velocidad.
- La razón de cambio de la temperatura de un líquido se llama velocidad de enfriamiento
- En la economía interesan, por ejemplo, la razón de cambio del índice de precios a nivel nacional.
- Una importante razón de cambio es también la tasa de natalidad de una nación, que describe el incremento de la población.

2.4.2 *La relación entre las razones de cambio y pendientes de rectas*

La razón de cambio de una relación entre dos cantidades cuya gráfica es una recta se refleja directamente en la inclinación de esta.

La razón de cambio asociada a un fenómeno es una cantidad que permite comparar los cambios de las variables involucradas en él, debido a esto, la razón de cambio entre dos variables con este tipo de relación se conoce como pendiente. La pendiente indica que tan inclinada está la recta.

La pendiente de una recta en un sistema de coordenadas (x, y) es una medida de la razón de cambio de la variable y con respecto al cambio de la variable x

$$\text{Pendiente} = \frac{\text{cambio de la variable } y}{\text{cambio de la variable } x} ; \quad m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y - y_0}{x - x_0}$$

2.4.3 Razones de cambio variables entre dos puntos de una curva

Existe una característica muy importante que diferencia a una relación lineal de una no lineal.

Una razón de cambio en una relación lineal es constante para todos los puntos de la función, a diferencia de una razón de cambio entre dos puntos cualquiera en una relación no lineal varía durante toda la curva de la función, para ello es necesario evaluar razones de cambio para intervalos pequeños, debido a que intervalos grandes no dan valores representativos para poder describir el cambio de la función a lo largo de la curva.

2.4.4 La transformación de la razón de cambio promedio a la razón de cambio instantánea

(Quintana Sánchez, 2020) Una razón de cambio promedio es constante en todo intervalo Δx por lo que no se puede identificar la razón de cambio en un punto determinado de la función.

Para poder determinar la razón de cambio en cualquier instante, es decir para cada valor de x es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Como vimos en el apartado 2.5.2 “la razón de cambio entre dos variables con este tipo de relación se conoce como pendiente” y sabemos que la pendiente es una medida de la razón de cambio de la variable y con respecto al cambio de la variable x

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Dónde: $x_2 > x_1$ por lo tanto el valor de $x_2 - x_1$ puede ser un número más pequeño que un número muy pequeño, arbitrario pero fijo, distinto de cero. Esta expresión se la simboliza como:

$$\Delta x \rightarrow 0$$

El valor numérico al cual se aproxima $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ cuando $\Delta x \rightarrow 0$ se le denomina razón de cambio instantánea.

2.4.5 Algo sobre la historia de la derivada

Conceptos como razón de cambio promedio y razón de cambio instantánea se han desarrollado en la historia. Los primeros registros datan del año 585 a. C en los que Tales de Mileto compara diferentes medidas entre segmentos y analiza las relaciones entre estas magnitudes.

En los años 1564-1642, Galileo Galilei hizo una descripción del mundo en términos del tiempo, la distancia, la fuerza y la masa, y a partir de representaciones geométricas abordó el estudio de la velocidad para luego determinar el teorema de la velocidad. Más adelante, Descartes y Fermat avanzaron sus estudios del problema variacional, utilizando ecuaciones por medio de las cuales se relacionaban dos cantidades variables (Rendón, 2009). Luego apareció L'Hopital con el uso de las gráficas para representar los cambios entre diferentes magnitudes y posteriormente aparecieron los trabajos de Newton y Leibnitz, en los cuales se concreta el concepto de razón de diferencias entre valores infinitamente pequeños (razón de cambio). (Gutierrez, Buitrago, & Ariza, 2017).

En este sentido, a través de la historia la razón de cambio y el concepto de la derivada no solo han posibilitado el estudio y análisis de fenómenos cambiantes, sino que además han servido para caracterizar diferentes problemas y representarlos matemáticamente, como se ha podido conocer.

2.4.6 La derivada

La derivada de una función $f(x)$ con respecto a x en el punto c se define como

$$f'(c) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(c+h) - f(c)}{h}$$

Siempre y cuando exista el límite.

Observaciones

Cómo $h + c$ representa un punto cercano a c , entonces podemos también describir la derivada como:

$$f'(c) = \lim_{x \rightarrow c} \frac{f(x) - f(c)}{x - c}$$

Esta forma de escritura de la derivada nos permite interpretarla como la razón de cambio instantáneo en el punto c obtenida a través del límite de la razón de cambio promedio para intervalos que llegan a c .

Es preferible trabajar con la forma $f'(c) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(c+h) - f(c)}{h}$

Si la función tiene derivada en cada punto de x de un intervalo contenido en el dominio entonces la función se dice diferenciable o derivable en el intervalo y $f'(c)$ denota la función derivada.

2.4.7 Notación de la Derivada

$f'(x)$ según LAGRANGE

$Df(x)$ según CAUCHY

$\frac{df(x)}{dx}$ según LEIBNITZ

$f'(\dot{x})$ según NEWTON

2.4.8 Interpretación Geométrica de la Derivada

La definición geométrica de la derivada se relaciona de una manera directa con la pendiente de una recta tangente a una curva que generalmente es de la forma $y = x^2$. Para deducir de una forma gráfica el concepto de derivada debemos calcular la pendiente de la recta tangente a la curva $y = x^2$, en un punto cualquiera, para efectos de cálculo tomaremos el punto $Q = (2, 4)$ como se puede observar en la gráfica.

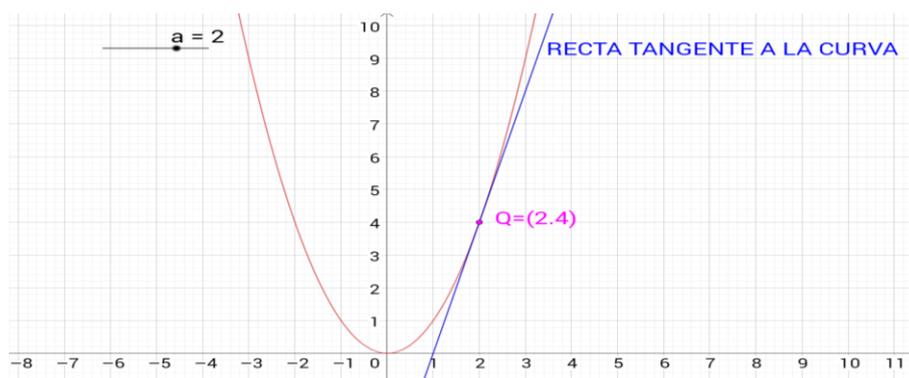


Gráfico 2-2: Interpretación geométrica de la derivada

Realizado por: Carrasco, Jorge 2021

Ahora se calculan pendientes de rectas que se aproximen a la recta tangente en el punto $Q(2, 4)$, para esto se toman puntos P , en la curva $y = x^2$, que estén cerca del punto Q , y se calcula la pendiente de la recta que pasa por los puntos Q y P , que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-2: Cálculos pendiente. Interpretación geométrica de la derivada

Coordenadas de P	$P1 = \{2,1; (2,1)^2\}$	$P2 = \{2,01; (2,01)^2\}$	$P3 = \{1,99; (1,99)^2\}$	$P1 = \{1,9; (1,9)^2\}$
Pendiente de la recta que pasa por Q P	$\frac{(2,1)^2 - 2^2}{2,1 - 2} = 4,1$	$\frac{(2,01)^2 - 2^2}{2,01 - 2} = 4,01$	$\frac{(1,99)^2 - 2^2}{1,99 - 2} = 3,99$	$\frac{(1,9)^2 - 2^2}{1,9 - 2} = 3,9$

Realizado por: Carrasco Jorge 2021

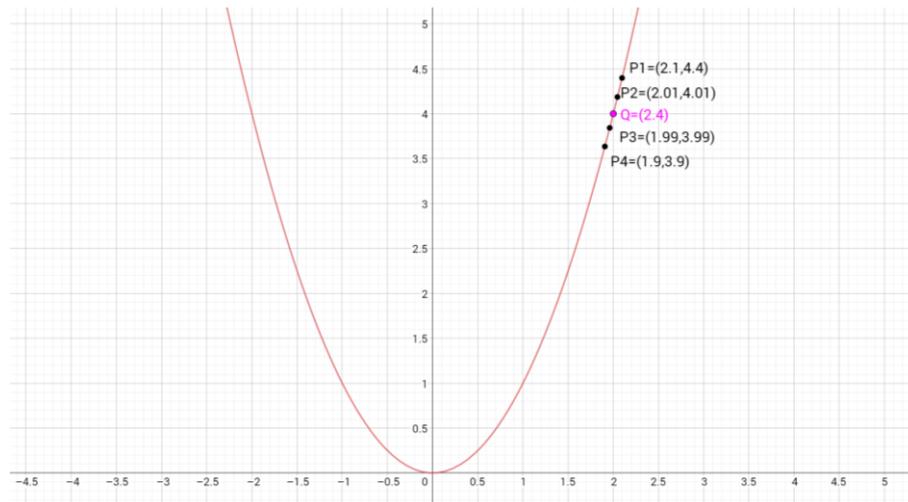


Gráfico 3-2: Interpretación geométrica de la derivada

Realizado por: Carrasco Jorge 2021

De acuerdo con los datos obtenidos se puede observar que la pendiente de la recta tangente a la curva $y = x^2$, en el punto $Q = (2, 4)$ posiblemente está entre 3.99 y 4.01.

Para hallar, el valor exacto de la pendiente se toma el punto P con abscisa muy cerca de 2:

$$P[2 + \Delta x, (2 + \Delta x)^2], \text{ donde } \Delta x \neq 0$$

Δx , generalmente representa una cantidad muy pequeña y puede ser positiva o negativa, de esta forma, $2 + \Delta x$ estará muy próxima a 2. Al calcular la pendiente de la recta que pasa por Q y P:

$$\text{Pendiente} = m = \frac{(2 + \Delta x)^2 - 2^2}{(2 + \Delta x) - 2} = \frac{4 + 4\Delta x + (\Delta x)^2 - 4}{\Delta x} = \frac{\Delta x(4 + \Delta x)}{\Delta x} = 4 + \Delta x$$

Cuando Δx se aproxime a cero o, dicho de otra forma, cuando el punto P se aproxime al punto Q, entonces la pendiente de la recta que pasa por Q y P, que es igual a $4 + \Delta x$ se aproxima a 4.

Resumiendo, se tiene que la recta tangente a la curva $y = x^2$ en el punto $Q = (2, 4)$ es igual a:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{(2 + \Delta x)^2 - 2^2}{(2 + \Delta x) - 2} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} (4 + \Delta x) = 4$$

El procedimiento anterior se puede resumir en el siguiente enunciado:

Si $y = f(x)$ es una curva y $Q[a, f(a)]$ es un punto sobre esta curva, entonces la pendiente de la recta tangente a la curva $y = f(x)$ en el punto $[a, f(a)]$ es igual a:

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(a+\Delta x) - f(a)}{\Delta x}; \text{ Siempre y cuando el límite exista.}$$

Este límite se simboliza $f'(a)$

Y se denomina: derivada de f en $x = a$

2.4.9 Reglas de derivación

Las reglas de derivación son un conjunto de procedimientos empleados para calcular la derivada de una función de una manera más fácil, sin tener que recurrir a la definición de derivada.

2.4.9.1 La derivada de una constante es cero

$$\text{Si: } y = f(x) = k \implies \frac{dy}{dx} = f'(x) = 0 \quad \forall (k \in \mathbb{R}) \quad (1)$$

2.4.9.2 La derivada de la función identidad es 1

$$\text{Si: } y = f(x) = x \implies \frac{dy}{dx} = f'(x) = 1 \quad (2)$$

2.4.9.3 La derivada de la función potencia simple

$$\text{Si: } y = f(x) = x^n \implies \frac{dy}{dx} = f'(x) = nx^{n-1} \quad \forall (n \in \mathbb{Z}^+) \quad (3)$$

2.4.9.4 La derivada del producto de una función por un escalar

$$\text{Si: } y = kf(x) \Rightarrow \frac{dy}{dx} = kf'(x) \quad (4)$$

2.4.9.5 La derivada de la suma o diferencia de dos funciones

$$\text{Si: } y = f(x) \pm g(x) \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) \pm g'(x) \quad (5)$$

2.4.9.6 La derivada del producto de dos funciones

La derivada del producto de dos funciones es igual al producto de la primera función por la derivada de la segunda más la derivada de la primera función por la segunda función.

Es decir:

$$\text{Si: } y = f(x) \cdot g(x) \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f(x) \cdot g'(x) + f'(x) \cdot g(x) \quad (6)$$

2.4.9.7 La derivada del cociente de dos funciones

La derivada del cociente de dos funciones es igual al producto del denominador por la derivada del numerador menos el producto del numerador por la derivada del denominador dividido por el cuadrado del denominador.

Es decir:

$$\text{Si: } y = \frac{f(x)}{g(x)} \Rightarrow \frac{dy}{dx} = \frac{g(x) \cdot f'(x) - f(x) \cdot g'(x)}{[g(x)]^2} \quad (g(x) \neq 0) \quad (7)$$

2.4.9.8 La derivada de la función seno

$$\text{Si: } y = f(x) = \sin x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \cos x \quad (8)$$

2.4.9.9 La derivada de la función coseno

$$\text{Si: } y = f(x) = \cos x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = -\sin x \quad (9)$$

2.4.9.10 La derivada de la función tangente

$$\text{Si: } y = f(x) = \tan x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \sec^2 x \quad (10)$$

2.4.9.11 La derivada de la función cotangente

$$\text{Si: } y = f(x) = \cot x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = -\csc^2 x \quad (11)$$

2.4.9.12 La derivada de la función secante

$$\text{Si: } y = f(x) = \sec x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = -\sec x \cdot \tan x \quad (12)$$

2.4.9.13 La derivada de la función cosecante

$$\text{Si: } y = f(x) = \csc x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = -\csc x \cdot \cot x \quad (13)$$

2.4.9.14 La derivada de la función logaritmo

$$\text{Si: } y = f(x) = \log_a x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{1}{x} \log_a e \quad (14)$$

2.4.9.15 La derivada de la función logaritmo neperiano

$$\text{Si: } y = f(x) = \ln x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{1}{x} \quad (15)$$

2.4.9.16 La derivada de la función exponencial

$$\text{Si: } y = f(x) = a^x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = a^x \log a \quad (16)$$

2.4.9.17 La derivada de la función exponencial con base e

$$\text{Si: } y = f(x) = e^x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = e^x \quad (17)$$

2.4.9.18 La derivada de la función arco seno

$$\text{Si: } y = f(x) = \sin^{-1} x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} \quad (18)$$

2.4.9.19 La derivada de la función arco coseno

$$\text{Si: } y = f(x) = \cos^{-1} x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{-1}{\sqrt{1-x^2}} \quad (19)$$

2.4.9.20 La derivada de la función arco tangente

$$\text{Si: } y = f(x) = \tan^{-1} x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{1}{1+x^2} \quad (20)$$

2.4.9.21 La derivada de la función arco cotangente

$$\text{Si: } y = f(x) = \cot^{-1} x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{-1}{1+x^2} \quad (21)$$

2.4.9.22 La derivada de la función arco secante

$$\text{Si: } y = f(x) = \sec^{-1} x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{1}{x\sqrt{x^2-1}} \quad (22)$$

2.4.9.23 La derivada de la función arco cosecante

$$\text{Si: } y = f(x) = \csc^{-1} x \Rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(x) = \frac{-1}{x\sqrt{x^2-1}} \quad (23)$$

2.4.10 Derivadas de una función compuesta (Regla de la cadena)

Para dar una definición formal de la regla de la cadena, se dará un tratamiento intuitivo y para eso consideramos dos funciones diferenciales:

$$\begin{aligned} y &= f(u) && \text{"y es función de u"} \\ u &= g(x) && \text{"u es función de x"} \end{aligned}$$

Entonces a “y” se puede expresar en función de “x”, es decir $y = f(u) = f(g(x)) = (f \circ g)(x)$ Esto viene a ser la composición de funciones, ahora para calcular su derivada se hace de la siguiente forma:

$$\left\{ \begin{array}{l} y = f(u) \Rightarrow \frac{dy}{du} = f'(u) \\ g'(x) \end{array} \right. \quad \text{entonces } \frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \cdot \frac{du}{dx} = f'(u) \cdot g'(x) = f'(g(x)) \cdot$$

$$u = g(x) \Rightarrow \frac{du}{dx} = g'(x)$$

$$\therefore \text{ si } y = (f \circ g)(x) \rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(g(x)) \cdot g'(x)$$

Cuando se trata de tres funciones f, g, h se tiene:

$$\therefore \text{ si } y = (f \circ g \circ h)(x) \rightarrow \frac{dy}{dx} = f'(g(h(x))) \cdot g'(h(x)) \cdot h'(x)$$

2.4.11 Funciones implícitas

Si tenemos una ecuación de la forma $f(x, y) = 0$, con $y = f(x)$; en el cual la variable dependiente (y) no está despejada en términos de (x), entonces (y) se llama función implícita de (x).

Ejemplos de funciones implícitas

$$y = 3x^2y + 1; \quad xy = 3x^2 - x + 2; \quad 2x - y + 5 = 0; \quad f(x, y) = x^2 - x\sqrt{xy} - 4y^2 + 8$$

Se puede citar dos métodos para derivar una función implícita que son:

1. Se aplica en ambos lados de la ecuación $f(x, y) = 0$, el operador $\frac{d}{dx}$ (derivada con respecto a x) para luego despejar y' utilizando las reglas de derivación.
2. Utilizando derivadas parciales en la fórmula:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{\partial f}{\partial x}}{\frac{\partial f}{\partial y}}$$

Dónde:

$\frac{\partial f}{\partial x}$: es la “derivada parcial de f con respecto a x ” en este caso se considera a x como variable y el resto de las letras se consideran como consonantes.

$\frac{\partial f}{\partial y}$: es la “derivada parcial de f con respecto a y ” en este caso se considera a y como variable y el resto de las letras se consideran como consonantes. (Quintana Sánchez, 2020)

2.4.12 Derivadas de orden superior

Si $f: \mathbb{R} \Rightarrow \mathbb{R}$ es una función derivable en x entonces:

$$\exists f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Que es otra función la cual puede derivarse, es decir:

$$f''(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f'(x+h) - f'(x)}{h}$$

A esta función se la llama segunda derivada de f y si la función $f''(x)$ se vuelve a derivar, se obtiene otra función:

$$f'''(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f''(x+h) - f''(x)}{h}$$

Y lo llamaremos la tercera derivada de f y así sucesivamente se tiene, que la derivada de la función $f^{(n)}(x)$ es:

$$f^n(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f^{(n-1)}(x+h) - f^{(n-1)}(x)}{h}$$

Y se la denomina n-ésima derivada de f con respecto a x .

2.4.13 Máximos y mínimos de una función

Para determinar los máximos y mínimos de una función es necesario conocer algunas características de ella, como por ejemplo cuando es creciente o decreciente.

Función creciente. Una función $f(x)$ es creciente sobre un intervalo I , cuando se cumple que:

Si: $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2); \quad \forall x_1, x_2 \in \mathbb{I}$

Función decreciente. Una función $f(x)$ es decreciente sobre un intervalo I, cuando se cumple que:

Si: $x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) > f(x_2); \quad \forall x_1, x_2 \in \mathbb{I}$

2.5 Desarrollo de la parte conceptual de software Derive

Derive es un programa de cálculo simbólico, que sirve para trabajar con matemáticas usando notaciones propias, también tiene capacidades de calculadora científica y puede representar funciones gráficas en dos y tres dimensiones en varios sistemas coordenados, trabajando en el plano para la representación de curvas y en el espacio para el estudio de planos y superficies.

Es un programa gran potencia y de fácil manejo, donde se puede realizar derivadas, integrales, límites y otras operaciones matemáticas. Utiliza una aritmética exacta que permite manipular expresiones racionales como $\frac{1}{3}$, sin necesidad de operar su expresión en coma flotante 0,333333.

2.5.1 Historia del Software Derive

En esta parte de la investigación se tratará sobre la historia del software Derive, su evolución y los distintos sucesos que se han dado durante el tiempo hasta llegar a la última versión que es Derive 6.1.

Sabemos que en los últimos años la tecnología ha evolucionado considerablemente en todos los aspectos. La enseñanza de las matemáticas no ha sido ajena a esta evolución, razón por la cual varias universidades han implementado el uso de algún software para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas por su elevado grado de abstracción en el currículo universitario. Para efectos de esta investigación se analizará la evolución del software matemático Derive:

Derive 1: Comenzó a distribuirse en 1990. Versión en inglés.

Derive 2: Manual diferente al de la versión anterior. Modalidad publicada para MS-DOS.

Derive 3: A partir de esta versión se personalizó el menú de órdenes.

Derive 4: Aparece la primera versión del Derive para Windows.

Derive 5: Se le incorpora a la ventana de Álgebra una especie de procesador de texto, permitiendo insertar "objetos de texto" con el formato deseado y representaciones de Gráficas en 3D.

Derive 6: Además de las novedades del Derive 5 incorpora identificación de las funciones cuyas gráficas se representan, barras de animación para las gráficas, menús, órdenes, botones, etc., personalizables, permitiendo "ocultar" determinadas órdenes o atajos. (Plaza, 2018).

Se puede observar que los cambios entre una y otra versión no son tan significativos

2.5.2 El programa científico derive

DERIVE es un asistente matemático de cálculo simbólico muy sencillo de utilizar que permite manipular expresiones algebraicas sin necesidad de dar valores numéricos a las variables. Utiliza, por defecto, aritmética exacta, es decir, maneja expresiones racionales e irracionales sin tener que operar con decimales, aunque esto también es posible. Admite estructuras de tipo vectorial y matricial, y es posible desarrollar pequeños programas de tipo funcional, los resultados pueden representarse como gráficos en dos dimensiones (2D) o superficies en tres dimensiones (3D).

La utilización de este programa es de fácil aprendizaje, ya que viene se lo puede encontrar con la versión en español, que incluye la ayuda, las órdenes y los mensajes, así como el manual, con lo que es posible manipular y comprender en alrededor de una hora.

2.5.3 Capacidades y utilización del programa derive

Es importante conocer las capacidades del software, ya que con la práctica se pueden incorporar diversas estrategias de enseñanza en los siguientes temas de estudio:

En aritmética, podemos tener una precisión ajustable, aproximación aritmética; notación racional, decimal y científica; números Fibonacci, Bernoulli y Euler; reconocimiento y generación de números primos; factorización de enteros, factoriales; constantes físicas fundamentales para alta precisión; unidades de conversión métrica e inglesa; exactitud racional sin errores de redondeo; tratamiento de números complejos e infinitos.

En cálculo, podemos realizar ejercicios de todo tipo, como: límites infinitos y finitos; derivadas parciales de cualquier orden; antiderivadas e integrales definidas; integración por aproximación

numérica; sumas y productos finitos e infinitos; curvas y tangentes; diferenciación implícita y paramétrica; aproximación de series de Taylor y Fourier; longitud del arco, áreas y volúmenes; transformaciones de Laplace.

De la misma manera en álgebra, se puede realizar simplificación simbólica de expresiones; expansión polinomial y factorial; expansión parcial de fracciones y común denominador; reducción de valores complejos a forma rectangular; declaraciones de enteros, reales, complejos y no escalares; nombres de variables griegos y latinos (ingleses); sustitución de variables y subexpresiones; resolución de sistemas de ecuaciones lineales; álgebra de Boole y tablas de verdad.

Gráficos en 2D y 3D, donde en el plano se puede realizar gráficos explícitos, implícitos y paramétricos, se puede utilizar coordenadas polares o rectangulares, funciones de valores complejos; escalas de zoom en los gráficos; gráficos con auto escalas fácilmente estructurados; gráficos con colores específicos; opciones para enumerar y etiquetar ejes; anotaciones en los gráficos. Además, en el espacio se puede realizar gráficos de estructuras enrejadas para funciones de 2 variables; opción de quitar líneas ocultas; posibilidad de ajustar y centrar la visión del gráfico; poner y quitar zoom o usar escalas verticales automáticas; números y colores específicos para la red de líneas; rotación de gráficos 3D.

También podemos realizar problemas de funciones, exponenciales, trigonométricas e hiperbólicas; angular especificada en grados o radianes; probabilísticas.

En vectores, matrices y conjuntos, elementos simbólicos y numéricos; uso de la notación estándar de subíndices; productos puntuales, cruzados y externos; transpuesta, determinantes e inversa; reducción de matrices a forma triangular; auto valores y auto vectores; vector de cálculo diferencial e integral; funciones eficientes para vectores y operaciones para matrices; curva de ajuste por mínimos cuadrados; unión e intersección de conjuntos.

Como nos podemos dar cuenta el software Derive es un programa matemático muy completo y fácil de utilizar, el cual nos puede facilitar mucho nuestra comprensión de diferentes temas que resultan complejos a la hora del estudio de una manera tradicional.

2.6 Marco conceptual

En el presente apartado se desarrolla de manera puntual una serie de conceptos cuya comprensión resulta de vital importancia para dar sentido y significado a este proyecto de investigación.

Aprendizaje. - Adquisición del conocimiento de algo por medio del estudio, el ejercicio o la experiencia, en especial de los conocimientos necesarios para aprender algún arte u oficio. (Pérez & Gardey, 2018)

Enseñanza. - (Pérez & Gardey, 2018) indican que “la enseñanza es la acción y efecto de enseñar (instruir, adoctrinar y amaestrar con reglas o preceptos). Se trata del sistema y método de dar instrucción, formado por el conjunto de conocimientos, principios e ideas que se enseñan a alguien”.

Estrategia Didáctica. – Para (Yáñez & Narváez, 2018) “las estrategias didácticas son procesos o secuencias de actividades que sirven de base a la realización de tareas intelectuales y que se eligen con el propósito de facilitar la construcción, permanencia y transferencia de conocimiento”. Por lo tanto, podemos decir que son actividades que implementa el maestro para transmitir el proceso didáctico y lograr el aprendizaje de los educandos

Estrategia de aprendizaje. - (Costa & García, 2017) Las estrategias de aprendizaje son un conjunto de procedimientos cognitivos-conductuales intencionales que guiados por la búsqueda del éxito sobre una actividad problemática para el sujeto permiten adquirir, retener, comprender, sintetizar y transferir la información de trabajo sobre un tópico específico y enmarcado en un contexto preciso.

Técnicas de Aprendizaje. – (Costa & García, 2017) “Son métodos y recursos didácticos utilizados por los estudiantes para comprender y asimilar un determinado conocimiento, destreza o habilidad”.

Motivación. - A juzgar por el sentido que se le atribuye al concepto desde el campo de la psicología y de la filosofía, una motivación se basa en aquellas cosas que impulsan a un individuo a llevar a cabo ciertas acciones y a mantener firme su conducta hasta lograr cumplir todos los objetivos planteados. (Pérez & Gardey, 2018)

2.7 Variables de estudio

2.7.1 *Identificación de variables*

Variable independiente: Uso del software Derive

Variable dependiente: Aprendizaje del cálculo diferencial

2.7.2 Operacionalización de variables

Tabla 4-2: Operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	CRITERIO DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	ESCALA
Uso del software FDRIVE	Guzmán (1993) menciona que DERIVE es un programa que tiene mucha aplicabilidad en el álgebra y el cálculo, ya que permite calcular derivadas, integrales, límites, representación gráfica de curvas y funciones.	Disponibilidad de recursos tecnológicos	Tipos de recursos tecnológicos	Tipos de recursos tecnológicos que dispone el estudiante	Cualitativo	Cuestionario	Encuesta	Nominal y Ordinal
			Accesibilidad a recursos tecnológicos	Recursos tecnológicos que utiliza el estudiante al resolver ejercicios del cálculo diferencial	Cualitativo	Cuestionario	Encuesta	Nominal y Ordinal
		Conocimiento y uso de software matemático DERIVE	Identificar el software Derive	Identifica el programa DERIVE	Cualitativo	Cuestionario	Encuesta	Nominal y Ordinal
			Manejo del software Derive	Utiliza con facilidad el software matemático DERIVE	Cualitativo	Cuestionario	Encuesta	Nominal y Ordinal

Tabla 5-2: Operacionalización de la Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES	CRITERIO DE MEDICIÓN	TÉCNICA	INSTRUMENTO	ESCALA
Aprendizaje del cálculo diferencial	Capacidad de los estudiantes de resolver problemas relacionados con la variación de funciones, a partir del concepto de la derivada, en situaciones teóricas y reales de su entorno académico social y global.	Proceso de enseñanza aprendizaje	Aprendizaje en contacto con el docente	Contenidos y procedimientos planificados y transmitidos por el profesor en su interacción directa con los estudiantes	Cuantitativo	Participación en clase Talleres Lección oral	Prueba	Intervalo
			Aprendizaje autónomo	Contenidos y procedimientos planificados para el desarrollo independiente por parte del estudiante, guiados por el profesor y evaluados en función de las competencias y resultados esperados	Cuantitativo	Tareas	Prueba	Intervalo

			Aprendizaje práctico experimental	Conjunto de actividades de aplicación de contenidos conceptuales, procedimentales, técnicas para la resolución de problemas prácticos, contrastación, métodos que pueden requerir uso de infraestructura y demás materiales que facilite la ESPOCH.	Experimentación y fiabilidad de resultados	Laboratorio de informática Software DERIVE	Prueba	Intervalo
		Conceptual	Conceptos y definiciones	Conceptos y definiciones necesarias para el correcto aprendizaje del cálculo diferencial	Cuantitativo	Cuestionario	Prueba	Intervalo

		Procedimental	Resolución de ejercicios utilizando el Derive	Se refiere a la capacidad que tienen los estudiantes para aplicar conceptos y métodos de resolución para resolver problemas del cálculo diferencial	Cuantitativo	Cuestionario	Prueba	Intervalo
		Actitudinal	Motivación, comprensión, e interpretación de resultados	Se refiere al grado de motivación y comprensión que tienen los estudiantes para aprender cálculo diferencial, y la capacidad para interpretar posibles soluciones de ejercicios.	Cuantitativo	Cuestionario	Prueba	Intervalo

Realizado por: Carrasco, Jorge 2021

Tabla 6-2: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<p>La Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, forma profesionales capaces de optimizar e innovar procesos productivos y de servicios utilizando técnicas de simulación, automatización de procesos e ingeniería de métodos. Es por esta razón que el estudio del cálculo diferencial es de mucha importancia, ya que sienta las bases no solo en el estudio de ingeniería, sino también en su futuro profesional,</p>	<p>Utilizar del software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH</p>	<p>Los alumnos que utilizan el software Derive como estrategia didáctica en el estudio del cálculo diferencial incrementan el nivel de aprendizaje, en relación con los alumnos que estudian el cálculo diferencial sin aplicar el software Derive.</p>	<p>V Ind.</p> <p>Uso del software FDRIVE</p>	<p>Tipos de recursos tecnológicos</p> <p>Accesibilidad a recursos tecnológicos</p> <p>Identificar el software Derive</p> <p>Manejo del software Derive</p>	<p>Cuestionario</p>	<p>Encuesta</p>
			<p>V. Dep</p> <p>Rendimiento académico de los estudiantes</p>	<p>Aprendizaje en contacto con el docente</p> <p>Aprendizaje autónomo</p> <p>Aprendizaje práctico experimental</p> <p>Conceptos y definiciones</p> <p>Resolución de ejercicios del cálculo diferencial, utilizando el software Derive</p> <p>Motivación, comprensión e interpretación de resultados</p>	<p>Participación en clase</p> <p>Talleres</p> <p>Lección oral</p> <p>Tareas</p> <p>Laboratorio de informática</p> <p>software DERIVE</p> <p>Paramétrica</p> <p>Cuestionario</p>	<p>Prueba</p>

Realizado

por:

Carrasco

Jorge

2021

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolla en los ambientes de la Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la asignatura de Análisis Matemático I

3.1.1 Alcance y tipo de investigación

El alcance de la investigación es descriptivo, ya que se pretende caracterizar las variables en estudio y establecer posibles vínculos entre ellas. Este alcance se valida con lo expuesto por (Pineda, Hernández, & Avendaño, 2020) “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”

“La investigación de tipo correlacional, por cuanto se pretende establecer una relación entre dos variables (la variable independiente el uso del software Derive, y la variable dependiente, el aprendizaje del Cálculo Diferencial), lo que permitirá predecir su comportamiento futuro, también es de tipo explicativo, pues se determina las causas y los factores del grado de relación positiva entre las variables para de esta manera probar la hipótesis”. (Bonilla, 2021)

3.1.2 Métodos de la investigación

Los métodos de investigación son procedimientos para seguir a través de un análisis sistemático, racional y objetivo que nos sirven para obtener y analizar datos, formular y responder preguntas para llegar a conclusiones, los métodos utilizados para la presente investigación serán:

Método experimental: (Quintana Sánchez, 2020) en su investigación nos dice “La esencia de esta concepción de experimento es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos” tomando en cuenta este concepto se manipulará la variable uso del software Derive (variable independiente) como una estrategia didáctica para determinar los efectos que produce en el aprendizaje del Cálculo Diferencial (variable dependiente). Además, se plantea una hipótesis que debe ser comprobada.

Método deductivo: En la presente investigación se parte de los análisis planteados, conocimientos previos de los estudiantes en el campo de la matemática con conceptos y principios validados y comprobados, para luego a través del razonamiento lógico y la hipótesis se pueda sustentar conclusiones.

Método descriptivo: Se describe datos y características de estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH en la asignatura de Análisis Matemático, relacionados al aprendizaje del cálculo diferencial mediante la utilización del Software Derive, qué resultados se observan como consecuencia de este estudio.

3.1.3 Enfoque de la investigación

La metodología de la investigación se la realiza mediante un enfoque cuantitativo ya que es sometida a medición de variables, a más de ser una técnica que sirve para recopilar información utilizando métodos de muestreo como encuestas y cuestionarios, para probar la hipótesis planteada, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, llegando a establecer patrones de comportamiento y a comprobar teorías.

La utilización de esta metodología nos va a permitir obtener información que se pueda analizar utilizando métodos estadísticos.

3.2 Población y muestra de estudio

3.2.1 Población

En concordancia con el objeto de la presente investigación, el universo o población de estudio constituyen todos los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo de la asignatura de Análisis Matemático I del período académico 2022-2S de primer semestre 105 estudiantes en total.

3.2.2 Muestra

Para la presente investigación se considerará el muestreo del método probabilística, para lo cual se aplica la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + (Z^2 \cdot p \cdot q)}$$

Dónde:

N = Tamaño de la población o universo

e = Límite aceptable de error muestral.

p = Variación positiva o proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

q = Variación negativa o proporción de individuos que no poseen esa característica ($q= 1-p$)

Z = Constante que depende del nivel de confianza que asignemos, según la distribución normal o de Gauss.

Tabla 1-3: Tabla de constantes y nivel de confianza según distribución normal o de Gauss

Z(K)	1,28	1,65	1,96	2,17	2,24	2,33	2,58
Nivel de confianza	80%	90%	95%	97%	97,5%	98%	99%

Realizado por: Carrasco, Jorge 2021

Datos para el cálculo del tamaño de muestra

$$N = 105$$

$$e = 5\%$$

$$p = 0,5$$

$$q = 0,5$$

$$Z = 1,96$$

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + (Z^2 \cdot p \cdot q)}$$

$$n = \frac{105 \cdot 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,05^2 \cdot (105 - 1) + (1,96^2 \cdot 0,05 \cdot 0,05)}$$

$$n = 82,63 \approx 83 \text{ estudiantes}$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra calculada es de 83 estudiantes que reciben la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH

Para la comprobación de la hipótesis planteada en la presente investigación se dividirá en dos grupos a la muestra calculada, el uno será el grupo experimental el cual será expuesto a la presencia de la variable independiente y el otro será el grupo de control en el que no se aplicará la propuesta.

3.3 Técnica e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Técnica de recolección de datos

(Caro, 2021) en su investigación 7 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos manifiesta que, “las técnicas de recolección de datos son mecanismos e instrumentos que se utilizan para reunir y medir información de forma organizada y con un objetivo específico” (pág. 1).

En consideración a lo expuesto la técnica que se emplea en la presente investigación es la encuesta:

Encuesta. - Las encuestas, son técnicas en las cuales se plantea un listado de preguntas cerradas para obtener datos precisos, esta técnica se lleva a cabo mediante un instrumento llamado cuestionario. “Es una técnica muy extendida porque permite obtener información precisa de una gran cantidad de personas. El hecho de tener preguntas cerradas permite calcular los resultados y obtener porcentajes que permitan un análisis rápido de los mismos”. (Caro, 2021, pág. 3)

Para el diagnóstico de la situación real de los conocimientos adquiridos por los alumnos de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH se aplica esta técnica (encuesta) a la muestra objeto de estudio y así poder estructurar la propuesta didáctica.

3.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos son las herramientas que servirán para manipular las variables que son objetos de estudio, para la investigación se utilizó los siguientes instrumentos.

Cuestionario. – (Useche, et al. 2019) “Consiste en un listado de preguntas estandarizadas más o menos amplio, que se agrupa en una serie de interrogaciones relativas a un tema en particular sobre el cual el investigador desea obtener información”. (págs. 32-33). Este instrumento de investigación traduce y operacionaliza determinados problemas que son objeto de la investigación.

Se lo puede realizar de diferentes formas, según el tipo de preguntas el cuestionario puede ser abierto o cerrado, y según el tipo de respuestas puede ser dicotómico o politómico. Este instrumento debe cumplir con los requisitos de validez y confiabilidad antes de ser aplicado (Bonilla, 2021, pág. 57).

En la presente investigación se aplica una encuesta, cuyo principal objetivo es analizar la situación real en la población de estudio, en base a las variables planteadas, que son, uso del software Derive (variable independiente) y el aprendizaje del Cálculo Diferencial (variable dependiente), lo que permite además realizar el análisis de los indicadores planteados.

La encuesta se la estructuró de la siguiente manera:

Tabla 2-3: Tipo de preguntas de la encuesta

TIPO DE PREGUNTA	Nº
Sobre edad y sexo	2
Escala tipo Likert (1-6)	20
TOTAL PREGUNTAS	22

Realizado por: Carrasco Jorge 2021

Prueba objetiva. - La prueba objetiva es una serie de tareas o conjunto de ítems (de respuesta breve, ordenamiento, de selección múltiple, entre otros) que se utiliza en el proceso evaluativo académico y que los estudiantes tienen que realizar o responder en un tiempo determinado. Las pruebas objetivas están elaboradas con ítems de base estructurada, es decir, las respuestas no dejan lugar a dudas respecto a su corrección o incorrección, el estudiante trabaja sobre una situación a la que aporta respuestas concretas. (Ruiz, et al, 2018, pág. 57).

La prueba objetiva se la estructuró de la siguiente manera:

Tabla 3- 3: Estructura de la prueba objetiva

TIPO DE PREGUNTA	Nº
Opción múltiple	3
Verdadero/Falso	12
TOTAL PREGUNTAS	15

Realizado por: Carrasco Jorge 2021

La prueba objetiva se elaboró tomando como referencia el marco teórico y la matriz de operacionalización de las variables. Se aplicó con la finalidad de comprobar la validez de la hipótesis planteada, evaluando el nivel de aprendizaje referente al tema del Cálculo Diferencial.

Como la muestra calculada de la investigación se dividió en dos grupos, la prueba objetiva se la aplicó de igual manera a los dos grupos. Al grupo de control se evaluó el resultado del aprendizaje del Cálculo Diferencial sin la implementación de la variable independiente y al grupo experimental se evaluó el resultado del aprendizaje del Cálculo Diferencial luego de ser implementada la variable independiente propuesta en la investigación.

Este procedimiento se lo realizó con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en cada uno de los grupos y de esa manera comprobar la hipótesis planteada mediante la prueba estadística de distribución normal.

3.3.3 Validez y confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. Es decir, en que su aplicación repetida al mismo sujeto produce resultados iguales, de la misma manera la validez de un instrumento de medición es el grado en el que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.

3.3.3.1 Validez de la encuesta

Una de las técnicas utilizadas para calcular el índice de validez, es la validación por jueces o expertos que es la que se aplicó en esta investigación (ANEXO A), el cual se basa en el método de agregados individuales dado que es un método factible de aplicar, eficiente y evita sesgos por contacto entre expertos, para lo cual se seleccionó a 3 docentes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con estudios de cuarto nivel y que tengan experiencia en el área específica del tema de la presente investigación, cuyo perfil se detalla a en la Tabla 3-4 .

Tabla 4-3: Perfil de expertos

JUEZ	Grado Académico	Áreas de experiencia profesional	Puesto de Trabajo Actual	Años de experiencia en docencia e investigación	Grado de conocimiento en el tema del Cálculo Diferencial
JUEZ 1	Maestría	Ciencias e Ingeniería	Docente Titular - ESPOCH	16	10
JUEZ 2	Maestría	Matemática	Docente ocasional - ESPOCH	12	9
JUEZ 3	Maestría	Matemática y Estadística	Docente Ocasional - ESPOCH	5	9

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

La validez de las preguntas del cuestionario fue valorada mediante una escala tipo Likert con ponderaciones de 1 el más bajo, hasta 6 como el más alto, la cual tuvo un enfoque cuali – cuantitativa (ANEXO B), cuyo análisis se lo realizó mediante el cálculo del promedio de puntuaciones de los tres jueces, donde si es mayor o igual a tres se considera como pregunta valida caso contrario se elimina del cuestionario.

Tabla 5-3: Resultados de la evaluación de la encuesta por expertos

CRITERIO PARA VALORAR LA ENCUESTA	PROMEDIO	PORCENTAJE DE VALIDACIÓN
Total, Validación de Contenido		100% SI
Total, Adecuación	5,05	84,16%
Total, Pertinencia	5	83,33%
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente		100% Si
El número de preguntas del cuestionario es excesivo		100% No
Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado		100% No

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

3.3.3.2 Confiabilidad de la encuesta

Existen diversos procedimientos para estimar la confiabilidad de consistencia interna, una de ellas

es el Coeficiente Alfa de Cronbach (α) mediante la varianza de los ítems y la varianza del puntaje total, que se la utilizó en esta investigación, tomando en cuenta que las preguntas del cuestionario están estructuradas con una escala tipo Likert.

Para estimar la confiabilidad de la consistencia interna del cuestionario mediante el coeficiente alfa de Cronbach se aplicó dicho instrumento a una muestra piloto de 25 personas con similares características de la muestra objeto de estudio. El cálculo se lo realizó mediante Hoja de Cálculo Excel y se corroboró mediante el software SPSS que se lo utiliza para análisis estadísticos, análisis descriptivos, regresión, análisis de factores, y representación gráfica de los datos.

Tabla 6-3: Características encuestados muestra piloto

INDICADOR	DESCRIPTOR
Total	25 Personas
Sexo	21 Hombres - 4 mujeres
Promedio de edad (años)	21 años
Descripción	Estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático II Ing. Industrial ESPOCH

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Para el cálculo de (α) en Excel

Tabla 7-3: Resultados encuesta muestra piloto

ENCUESTADOS	ITEMS																				SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
E1	4	3	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	2	4	2	5	3	4	2	4	64
E2	4	4	4	3	4	3	2	3	4	4	2	2	2	5	3	5	3	4	3	4	68
E3	3	5	2	3	2	3	2	3	3	5	3	3	2	5	2	5	2	5	2	2	62
E4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	3	2	5	1	3	2	5	2	2	58
E5	4	4	2	3	2	3	2	3	3	4	3	4	3	2	1	3	2	4	2	4	58
E6	4	5	2	4	2	4	2	4	3	5	3	5	5	5	2	5	2	5	2	5	74
E7	3	4	3	4	3	4	3	4	2	4	2	4	2	4	2	5	2	4	2	5	66
E8	3	5	2	4	2	5	2	4	3	4	2	3	2	4	2	4	2	4	2	4	63
E9	3	5	3	5	3	5	3	4	3	4	5	4	3	5	2	4	2	4	2	4	73
E10	3	5	2	5	2	4	2	4	3	4	2	4	4	5	2	3	2	3	2	4	65
E11	3	3	2	4	3	4	2	4	3	4	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	63
E12	4	4	3	5	3	5	3	5	3	5	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2	71
E13	5	4	3	4	3	4	2	4	3	4	3	4	2	4	3	3	3	4	3	3	68
E14	3	5	2	4	2	4	3	4	3	5	3	5	2	4	2	3	2	4	2	3	65
E15	5	4	3	4	3	4	2	4	3	4	3	4	2	4	2	4	2	4	2	3	66
E16	5	4	5	4	3	4	2	5	3	5	3	5	5	4	2	4	2	4	2	4	75
E17	3	4	3	3	3	5	2	4	3	4	3	4	2	4	3	4	2	5	3	5	69
E18	5	5	3	4	2	4	2	4	3	5	3	5	2	4	2	4	2	4	2	4	69
E19	3	4	2	4	3	4	2	4	3	4	3	4	2	4	2	4	2	4	2	4	64
E20	3	5	2	4	2	4	2	4	3	4	3	4	3	4	2	4	2	4	2	4	65
E21	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	2	4	2	4	65
E22	3	5	2	4	3	5	2	3	3	5	3	4	2	4	2	4	2	4	3	5	68
E23	3	5	3	4	3	8	5	4	3	5	3	4	2	4	3	4	3	4	5	5	80
E24	3	3	2	4	3	3	3	3	3	4	2	4	2	4	2	4	3	4	2	4	62
E25	2	2	2	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	43
VARIANZA	0,65	0,75	0,56	0,5	0,31	1,09	0,49	0,46	0,2	0,42	0,55	0,59	0,81	0,55	0,27	0,59	0,16	0,36	0,44	0,8	
SUMATORIA DE VARIANZAS	10,54																				
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ITEMS	46,5024																				

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Tabla 8-3: Resultados coeficiente de confiabilidad

$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_1^2}{S_t^2} \right]$	α	Coeficiente de confiabilidad del cuestionario	0,81402929
	K	Número de items del instrumento	20
	$\sum S_1^2$	Sumatorio de las varianzas de los items	10,54
	S_t^2	Varianza total del instrumento	46,50

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Para el cálculo de (α) en Software SPSS

Fórmula:
$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_t^2}{S_t^2} \right)$$

Dónde:

α : Coeficiente de confiabilidad de la prueba o cuestionario.

k : Número de ítems del instrumento.

S_t^2 : Es la varianza total del instrumento.

$\sum S_i^2$: Es la suma de la varianza individual de los ítems, $i = 1, \dots, k$

Gráfico 1-3: Datos ingresados programa SPSS

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Resumen de procesamiento de casos			
		N	%
Casos	Válido	25	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	25	100,0
a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.			
Estadísticas de fiabilidad			
Alfa de Cronbach		N de elementos	
,814		20	

Gráfico 2-3: Resultados alfa de Cronbach SPSS

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Tabla 9-3: Estadísticas del total de elementos

Estadísticas de total de elemento				
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Pregunta 1	62,2800	44,210	,325	,810
Pregunta 2	61,6400	41,823	,512	,798

Pregunta 3	63,1600	44,057	,375	,806
Pregunta 4	62,0000	42,833	,537	,798
Pregunta 5	63,1200	46,110	,260	,812
Pregunta 6	61,6000	43,583	,264	,817
Pregunta 7	63,3200	45,560	,247	,813
Pregunta 8	62,0800	42,160	,647	,793
Pregunta 9	62,8000	46,083	,348	,809
Pregunta 10	61,5200	41,927	,707	,790
Pregunta 11	62,8400	44,640	,318	,810
Pregunta 12	61,8800	42,777	,495	,800
Pregunta 13	63,2800	45,210	,193	,819
Pregunta 14	61,6800	43,477	,438	,803
Pregunta 15	63,6400	45,657	,353	,808
Pregunta 16	61,8800	44,027	,367	,807
Pregunta 17	63,5600	47,507	,136	,815
Pregunta 18	61,7200	44,960	,379	,807
Pregunta 19	63,4800	44,510	,383	,806
Pregunta 20	61,9600	41,790	,493	,799

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Los cálculos se ejecutaron mediante el software SPSS cuyo resultado nos muestra un valor del coeficiente alfa de Cronbach $\alpha = 0,814$.

La interpretación de la magnitud de este resultado del coeficiente de confiabilidad se la realizó mediante la escala mostrada en la Tabla 1.1, que nos muestra que el nivel de confiabilidad es Adecuada.

Tabla 10-3: Valoración de la fiabilidad de ítems según el coeficiente alfa de Cronbach

INTERVALO AL QUE PERTENECE EL COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH	VALORACIÓN DE LA FIABILIDAD DE LOS ÍTEMS ANALIZADOS
[0,90 : 1,00]	Muy satisfactorio
[0,80 : 0,89]	Adecuada
[0,70 : 0,79]	Moderada
[0,60 : 0,69]	Baja
[0,50 : 0,59]	Muy baja
[< 0,50]	No confiable

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Luego de que se ha comprobado que la confiabilidad y validez de la encuesta, se acepta el formato propuesto, el cual se presenta en el ANEXO C.

Tabla 11-3: Ficha Técnica de la encuesta

FICHA TÉCNICA DE ENCUESTA	
Nombre completo	Cuestionario: Uso del software Derive y aprendizaje del Cálculo Diferencial
Autor	Jorge W. Carrasco Barrionuevo
Año de aplicación	2022
Estructura	Datos generales: 2 Preguntas específicas para la investigación: 20
Dirigido a:	Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, asignatura Análisis Matemático I
Duración;	60 minutos
Objetivo del cuestionario:	Evaluar la situación real referente al aprendizaje del Cálculo Diferencial y el uso del software Derive

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

3.3.3.3 *Validez de la prueba objetiva*

Para la validez de la prueba objetiva se utilizó la técnica de validación de expertos (juicio de expertos), en la cual se contó con los mismos 3 expertos que validaron ya la encuesta.

En esta validación de la prueba objetiva se utilizó el formato de validación de expertos (ANEXO E) el cual se basa en el método de agregados individuales dado que es un método factible de aplicar, eficiente y evita sesgos por contacto entre expertos.

La evaluación de cada una de las preguntas de la prueba objetiva tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo para los criterios de pertinencia y adecuación(redacción), los cuales fueron valorados mediante una escala de Likert con ponderación de 1 a 6, valor más bajo y alto, respectivamente. El análisis de la evaluación cuantitativa (ANEXO F) se realizó mediante el cálculo del promedio de puntuaciones de los expertos, el cual, si es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada, caso contrario se elimina.

Con la validación por expertos aplicada se obtuvo en cada una de las 15 preguntas un puntaje total mayor a 4, por lo que todas las preguntas son Válidas para la prueba objetiva. En la Tabla 6-3 se observa la valoración general de la prueba objetiva.

Tabla 12-3: Valoración general de la prueba objetiva

CRITERIO PARA VALORAR LA ENCUESTA	PORCENTAJE DE VALIDACIÓN
Total Validación de Contenido	100% SI
Total Adecuación	95,33%
Total Pertinencia	95,17%
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan	100% Si
El número de preguntas del cuestionario es excesivo	100% No
Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado	100% No

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

3.3.3.4 *Confiabilidad de la prueba objetiva*

Para medir la confiabilidad de la prueba objetiva se utilizó el método de Split Halves o partición binaria, el cual mediante el coeficiente Spearman-Brown (r) se mide la consistencia interna del instrumento. En este método se evalúa aplicando la prueba objetiva a un grupo piloto una sola vez, luego se divide las preguntas evaluadas en dos partes (mitades) para analizar entre ellas la correlación existente, si el instrumento es confiable, las puntuaciones de ambas mitades deben estar fuertemente correlacionadas. Una manera habitual es dividir la prueba objetiva es entre los ítems pares y los impares, no es recomendable dividirlo sin más por la mitad, dado que muchas pruebas muestran un incremento gradual de la dificultad de sus ítems.

En la Tabla 3-13 se indican los valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente Spearman-Brown (r).

Tabla 13-3: Valores de los niveles de confiabilidad del coeficiente Spearman-Brown

RANGO	NIVEL
[0,81 : 1,00]	Muy Alto
[0,61 : 0,80]	Alto
[0,41 : 0,60]	Moderada
[0,21 : 0,40]	Baja
[0,01 : 0,20]	Muy baja

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Para determinar la confiabilidad de la prueba objetiva se siguieron los siguientes pasos:

- a. Se aplicó la prueba objetiva a una muestra piloto de 30 individuos, con características similares a la población en estudio, el perfil del grupo piloto se muestra en la Tabla 8-3.

Tabla 14-3: Perfil del grupo piloto

INDICADOR	DESCRIPTOR
Total	30 Personas
Sexo	26 Hombres - 4 mujeres
Promedio de edad (años)	21 años
Descripción	Estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático II Ing. Industrial ESPOCH

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

- b. Se calculó el coeficiente Spearman-Brown (r) mediante el software SPSS.

El análisis realizado mediante el software SPSS muestra un valor del coeficiente Spearman-Brown $r=0,887$ lo que indica que el nivel de confiabilidad es muy alto.

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	30	100,0
	Excluidos ^a	0	,0
	Total	30	100,0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Parte 1	Valor	,693
		N de elementos	8 ^a
	Parte 2	Valor	,689
		N de elementos	7 ^b
	N total de elementos		15
Correlación entre formas			,796
Coeficiente de Spearman-Brown	Longitud igual		,887
	Longitud desigual		,887
Dos mitades de Guttman			,885

Gráfico 3-3: Análisis del coeficiente Spearman-Brown mediante SPSS.

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Una vez analizada la confiabilidad y validez de la prueba objetiva, se acepta el formato propuesto, el cual se presenta en el ANEXO G.

Tabla 15-3: Ficha técnica prueba objetiva

FICHA TÉCNICA DE LA PRUEBA OBJETIVA	
Nombre completo	Prueba objetiva sobre el aprendizaje del Cálculo Diferencial utilizando el Software Derive
Autor	Jorge W. Carrasco Barrionuevo
Año de aplicación	2022
Estructura	12 Preguntas de verdadero o falso y 3 preguntas de opción múltiple. 15 preguntas en total
Dirigido a:	Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, asignatura Análisis Matemático I
Duración;	60 minutos
Objetivo del cuestionario:	Evaluar el nivel de aprendizaje del Cálculo Diferencial aplicado al grupo experimental y el grupo de control

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

3.3.4 Tratamiento estadístico de los datos

Para el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en esta investigación se utilizará la estadística descriptiva y la inferencial.

3.3.4.1 *Tratamiento de los datos con la estadística descriptiva*

La estadística descriptiva permite la recolección de datos, su agrupación y presentación de una forma que permite describirlos e interpretarlos con facilidad. Para esto se utilizan tablas y/o gráficos estadísticos.

- **Gráficos estadísticos.** En esta investigación, para presentar los datos se utilizarán los gráficos estadísticos del tipo diagrama de barras verticales, para lo cual se hará uso del software Excel.

- **Interpretaciones.** Los gráficos estadísticos serán interpretados para describir cuantitativamente las variables analizadas.

3.3.4.2 *Tratamiento de los datos con la estadística inferencial*

La estadística inferencial implica la utilización de una muestra para deducir una conclusión sobre la población.

• Comprobación de homogeneidad entre grupos (experimental y de control)

En un estudio de investigación la finalidad radica en el análisis de la variable resultado al exponer a la muestra de estudio a una determinada actuación. Para determinar la relación existente entre el resultado obtenido y la exposición a la actuación, es imprescindible que las muestras (de experimentación y de control) sean homogéneas, es decir, que todas las características presentadas sean similares, con la única diferencia entre ellas de la exposición al factor analizado. La homogeneidad entre las muestras se conoce como el supuesto de homogeneidad de varianzas el cual considera que la varianza es constante entre diferentes grupos.

Existen diferentes pruebas que permiten evaluar homogeneidad, todas ellas consideran como hipótesis nula que la varianza es igual entre los grupos y como hipótesis alternativa que no lo es. La diferencia entre ellos es el estadístico de centralidad que utilizan. Para el caso que se desee comprobar homogeneidad entre dos grupos se utiliza la prueba F-test.

F-test (razón de varianzas)

La prueba F-test conocido como F-Snedecor o contraste de la razón de varianzas, analiza la homogeneidad de varianzas entre dos muestras que pueden o no tener el mismo tamaño.

El estadístico de contraste es:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

Dónde:

σ_1^2 : Varianza de la muestra 1

σ_2^2 : Varianza de la muestra 2

Para tomar la decisión de aceptación o rechazo de la hipótesis nula (H_0) o hipótesis alternativa (H_1) se considera:

$$F < F_{\text{crítica}} \therefore \text{se acepta } H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$F > F_{\text{crítica}} \therefore \text{se acepta } H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

Para determinar $F_{\text{crítica}}$ en tablas de la distribución F de Snedecor se debe considerar $K_1 = n_1 - 1$ y $K_2 = n_2 - 1$, y generalmente un valor de confiabilidad $\sigma = 0,05$. (Amat, 2016)

• Comprobación de hipótesis

Para comprobar la hipótesis de esta investigación se utilizará la prueba de hipótesis de distribución normal, la misma que se realizará con el software estadístico SPSS.

Prueba de hipótesis de distribución normal

Esta prueba se utiliza si se cumplen estas dos condiciones:

- Es posible calcular las medias y la desviación estándar a partir de la muestra.
- El tamaño de la muestra es mayor o igual a 30.

El procedimiento para seguir es:

1. Planteamiento de la hipótesis

Se debe plantear la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1). Considerando que la hipótesis alternativa plantea matemáticamente lo que se quiere demostrar, y la hipótesis nula plantea lo contrario.

2. *Determinación del nivel de significancia (α)*

Significa determinar el rango de aceptación de la hipótesis alternativa. El valor de σ puede tomar los siguientes valores:

Tabla 16-3: Aplicaciones según el valor del nivel de significancia σ

Nivel de significancia σ	Aplicación
0,05	Para proyectos de investigación
0,01	Para aseguramiento de la calidad
0,1	Para encuestas de mercadotecnia y políticas

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

3. *Cálculo de la media y de la desviación estándar*

A partir de la muestra se debe calcular la media \bar{x} y la desviación estándar σ .

4. *Cálculo del valor de z*

Se aplica la ecuación correspondiente a la prueba z para diferencia entre dos medias de población:

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)}}$$

\bar{x}_1 = media de la muestra aleatoria 1 de una distribución normal

\bar{x}_2 = media de la muestra aleatoria 2 de una distribución normal

σ_1 = desviación estándar de la muestra aleatoria 1

σ_2 = desviación estándar de la muestra aleatoria 2

n_1 = tamaño de la muestra aleatoria 1

n_2 = tamaño de la muestra aleatoria 2

5. *Toma de decisiones*

Se debe analizar las regiones de aceptación y rechazo, para de esa manera concluir si se acepta o rechaza la hipótesis nula en base a la hipótesis alternativa

3.3.4.3 Procedimiento

El procedimiento que se utilizó para la recolección de datos y la parte experimental fue el siguiente:

- Se solicitó al Decano de la Facultad de Mecánica y al Coordinador de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH permiso para poder realizar este estudio con los alumnos que reciben la asignatura de Análisis Matemático I.
- Se realizó el cálculo de la muestra con el total de estudiantes que reciben dicha asignatura.
- El total de la muestra se dividió en dos grupos, grupo experimental y grupo de control.
- Se aplicó la misma encuesta a los dos grupos
- Se enseñó los contenidos de la derivada al grupo experimental a través del software Derive, según los contenidos contemplados en el sílabo, y al grupo de control se lo enseñó por el método tradicional.
- Al finalizar el proceso se aplicó la prueba objetiva a los dos grupos, para medir los resultados obtenidos después de haber incorporado el software Derive.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis e interpretación de resultados de la encuesta aplicada en la etapa de diagnóstico de la situación actual

En este apartado se realiza el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a la muestra de 83 estudiantes de la asignatura Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, periodo académico 2022-2S. Esta encuesta se aplicó con el objetivo de analizar la situación actual del aprendizaje del Cálculo Diferencial, cuyos resultados sirven para elaborar la propuesta de utilización del software Derive como estrategia para el aprendizaje del Cálculo Diferencial.

La encuesta comprende dos partes:

1. Datos Generales: en cuanto a sexo y edad del encuestado.
2. Preguntas específicas sobre los indicadores planteados.

4.1.1 Resultados de los datos generales del encuestado

1. Sexo:

Masculino () Femenino ()

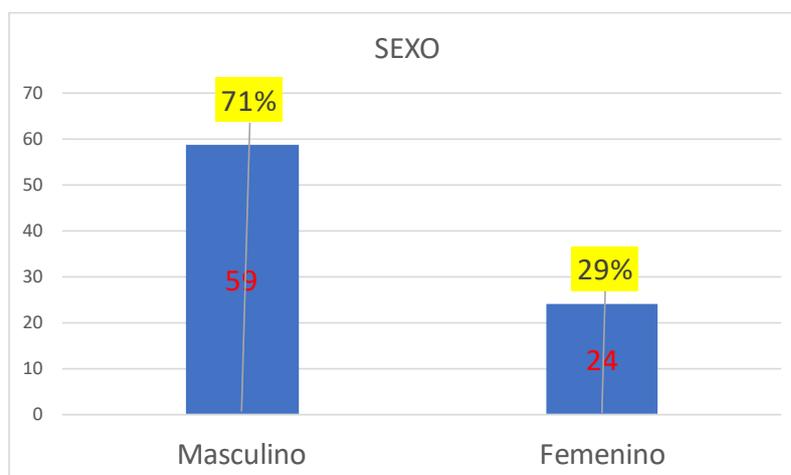


Gráfico 1-4: Sexo de los encuestados

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

De los estudiantes encuestados, el 71% son de sexo masculino y el 29% de sexo femenino

2. Edad:

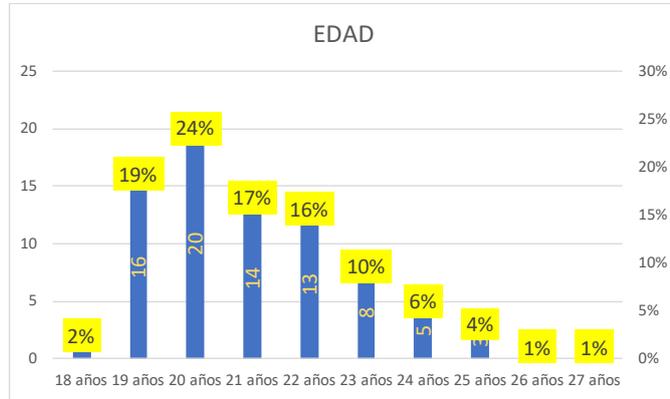


Gráfico 2-4: Edad de los encuestados

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

La edad de los encuestados está entre 18 y 27 años, siendo el mayor porcentaje de 24% correspondiente a los estudiantes de 20 años, seguido con un 19% de los de 19 años, el 17% de 21 años, 16% de 22 años, y en porcentajes menores los de 18, 23, 24, 25, 26 y 27 años, siendo el porcentaje más bajo de 1% para las edades de 26 y 27 años. La edad promedio de los estudiantes que reciben el tema de Cálculo Diferencial es 20 años.

4.1.2 Resultados de las preguntas específicas

1. ¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de Cálculo Diferencial?

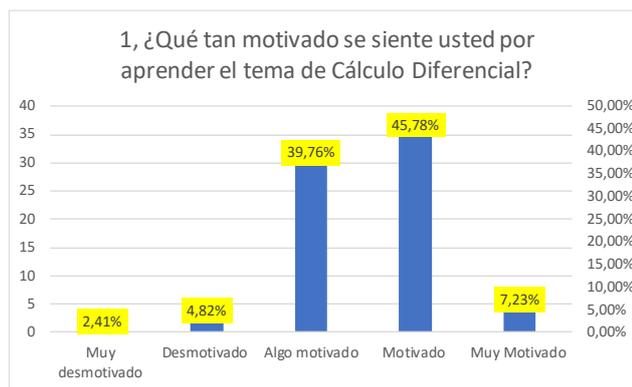


Gráfico 3-3: Pregunta 1 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 45,78% de los estudiantes manifiestan que se sienten motivados por el aprendizaje del tema de Cálculo Diferencial, el 39,76% algo motivados, el 7,23% muy motivados, el 4,82% desmotivados y apenas el 2,41% muy desmotivados. Estos resultados son muy positivos pues

indica la predisposición de los estudiantes por aprender sobre el tema, sin embargo, se debe conseguir la motivación de todos, para ello se debe buscar las herramientas didácticas adecuadas.

2. ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de Cálculo Diferencial?

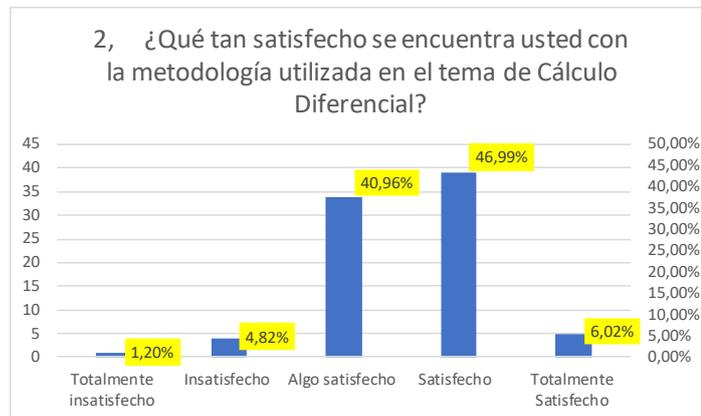


Gráfico 4-4: Pregunta 2 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 46,99% de los estudiantes expresan que se encuentran satisfechos con la metodología utilizada actualmente, el 40,96% algo satisfecho, el 6,02% totalmente satisfecho, el 4,82% insatisfecho y el 1,20% totalmente insatisfecho, lo que indica que en su mayoría están satisfechos con la metodología, sin embargo, para conseguir que todos los estudiantes estén satisfechos se debe trabajar con nuevas herramientas y estrategias didácticas.

3. ¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Cálculo Diferencial?

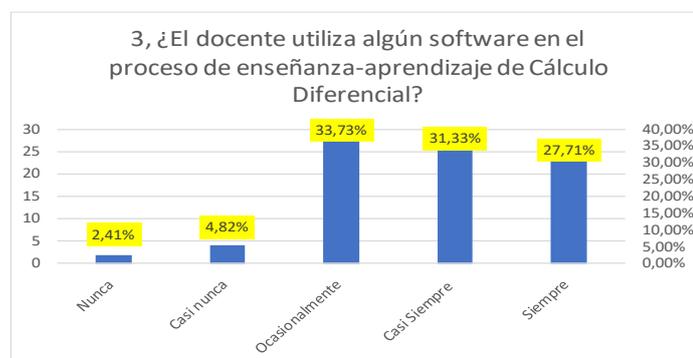


Gráfico 5-4: Pregunta 3 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 27,71% de los estudiantes manifiestan que el docente siempre utiliza un software para el aprendizaje de cálculo diferencial, el 31,33% casi siempre, el 33,73% ocasionalmente, el 4,82% casi nunca y el 2,41% nunca. Estos resultados indican que en el caso de que no se utilice un software en el aprendizaje resulta conveniente utilizarlo, y en el caso de quienes ya lo utilizan resulta utilizar un software con mejores características para alcanzar los logros de aprendizaje planteados.

4. ¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de Cálculo Diferencial?

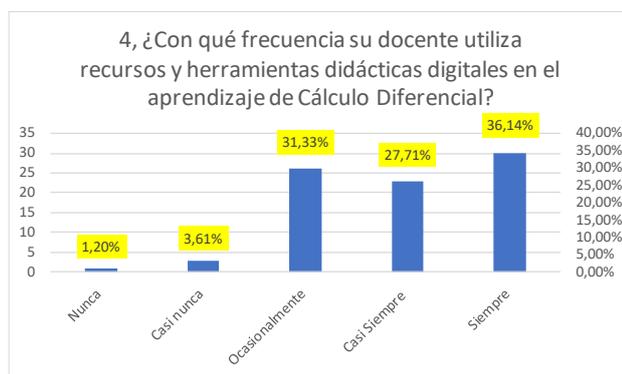


Gráfico 6-4: Pregunta 4 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 36,14% de estudiantes manifiestan que el docente siempre utiliza recursos y herramientas didácticas digitales, el 27,71% dice que casi siempre, el 31,33% ocasionalmente, el 3,61% casi nunca y el 1,20% expresan que nunca. Estos resultados son positivos, ya que indican que los estudiantes están familiarizados con los recursos y herramientas didácticas digitales.

5. ¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de Cálculo Diferencial es?

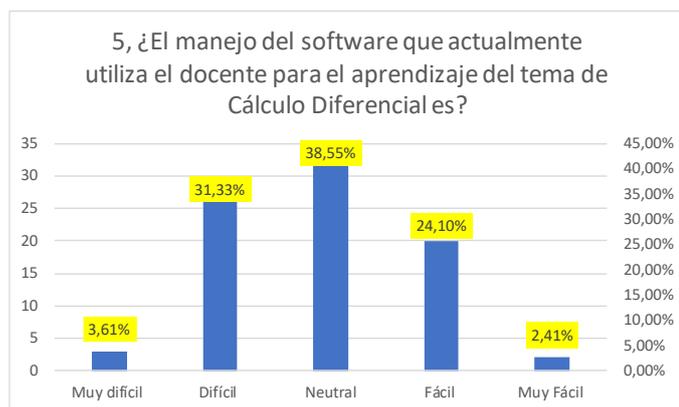


Gráfico 7-4: Pregunta 5 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 3,61% de los estudiantes manifiestan que el manejo del software utilizado actualmente es muy difícil, el 31,33% difícil, el 38,55% neutral, el 24,10% fácil y apenas el 2,41% muy fácil. Estos resultados muestran que para la mayoría de los estudiantes resulta difícil el manejo del software utilizado, lo cual induce a que el software a utilizarse en la estrategia didáctica debe ser de fácil manejo para los estudiantes.

6. ¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver Derivadas es?

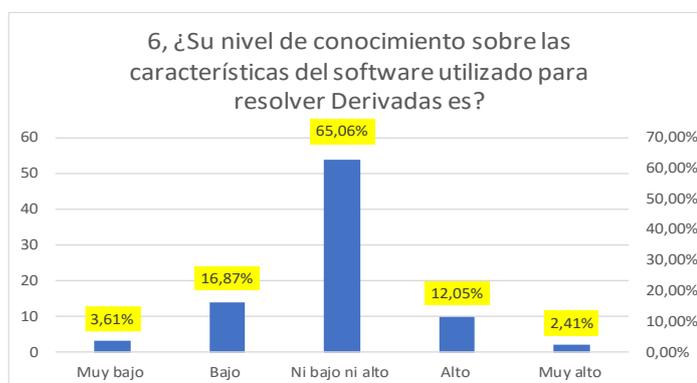


Gráfico 8-4: Pregunta 6 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

En cuanto al nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado el 3,61% expresan que es muy bajo, el 16,87% bajo, el 65,06% ni alto ni bajo, el 12,05% alto y apenas el 2,41% muy alto, lo que nos indica que es importante que los estudiantes conozcan las características del software a utilizar en la estrategia didáctica con el fin de que obtengan el mayor provecho en su aprendizaje.

7. ¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver Derivadas es?

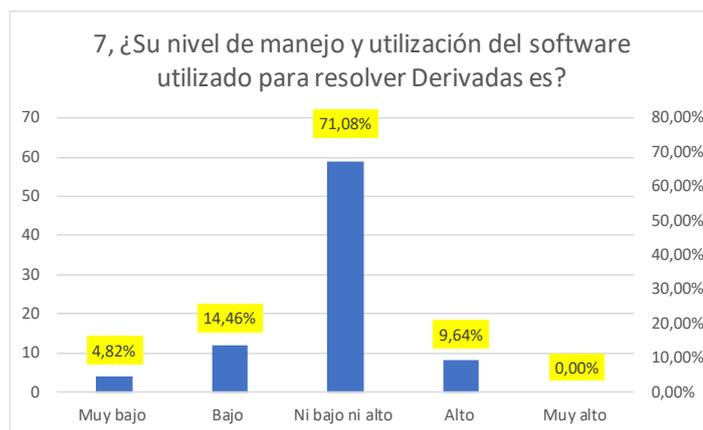


Gráfico 9-4: Pregunta 7 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

En cuanto al nivel de manejo y utilización del software utilizado actualmente, el 4,82% expresan que es muy bajo, el 14,46% bajo, el 71,08% ni alto ni bajo y el 9,64% alto, se observa que la mayoría tiene un nivel bajo, lo que corrobora respuestas anteriores en las que se indica que el software es difícil y que los conocimientos sobre el mismo son bajos.

8. ¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje del Cálculo Diferencial?

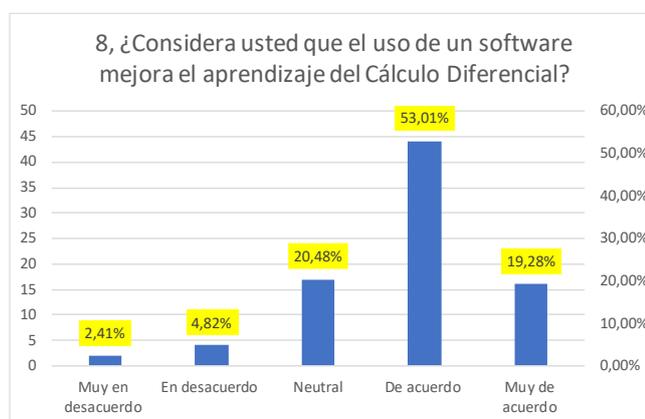


Gráfico 10-4: Pregunta 8 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 19,28% de los estudiantes están muy de acuerdo en que el uso de un software mejora el aprendizaje, el 53,01% de acuerdo, el 20,48% neutral, el 4,82% en desacuerdo y un 2,41% muy en desacuerdo, estos resultados son positivos porque indican la predisposición que tienen los estudiantes para aceptar un software como estrategia didáctica para la mejora del aprendizaje.

9. ¿Qué importancia le da a la utilización de un software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del Cálculo Diferencial?

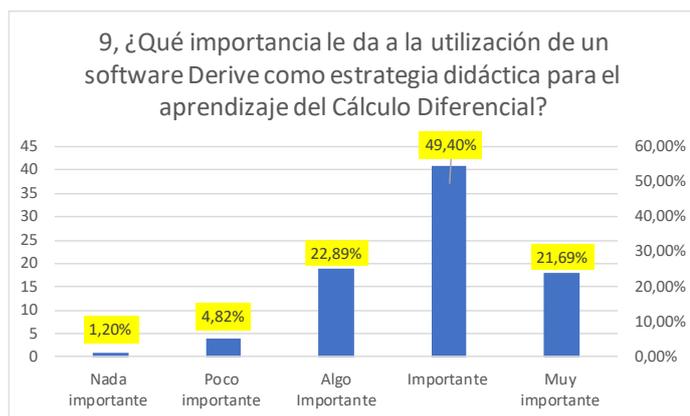


Gráfico 11-4: Pregunta 9 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 21,69% de encuestados consideran muy importante la utilización del software Derive como estrategia didáctica en el aprendizaje, el 49,40% importante, el 22,89% algo importante, el 4,82% poco importante y el 1,20% nada importante. Lo que resulta positivo para cumplir con el objetivo general de esta investigación ya que existe una predisposición de aceptación por parte de los estudiantes.

10. ¿Considera usted que la utilización del software Derive permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?

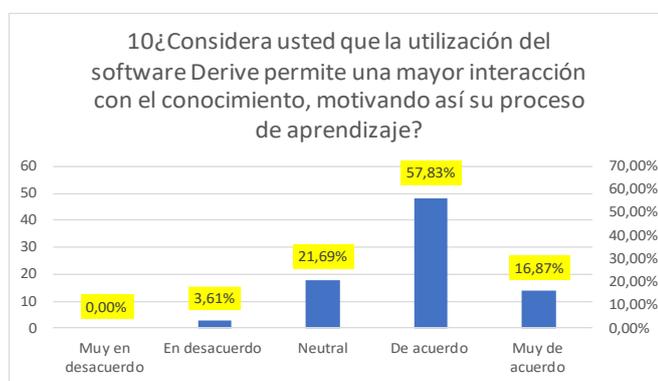


Gráfico 12-4: Pregunta 10 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 16,87% de estudiantes manifiestan que están muy de acuerdo en que la utilización del Software Derive permite una mayor interacción con el conocimiento, el 57,83% de acuerdo, el 21,69% neutral, el 3,61% en desacuerdo y ninguno está muy en desacuerdo, estos resultados indican que existirá la factibilidad para implementar la estrategia didáctica pues como ellos lo mencionan el software Derive conduce a la motivación por el aprendizaje.

11. ¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de Cálculo Diferencial?

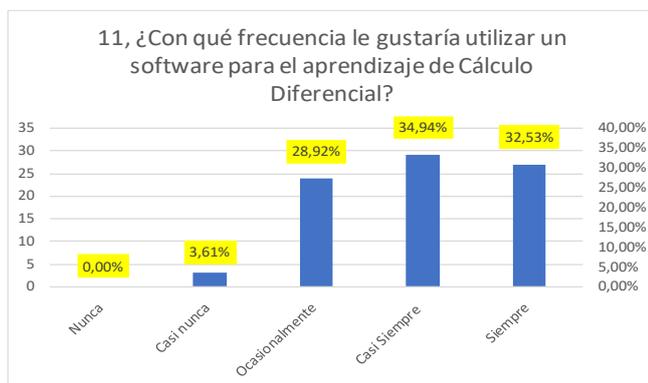


Gráfico 13-4: Pregunta 11 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 32,53% de los encuestados expresan que siempre utilizaría un software para el aprendizaje, el 34,94% casi siempre, el 28,92% ocasionalmente, el 3,61% casi nunca y ninguno expresa que nunca lo utilizaría. Lo que nos indica que la estrategia didáctica a plantear será muy utilizada por los estudiantes en su aprendizaje.

12. ¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de Cálculo Diferencial?

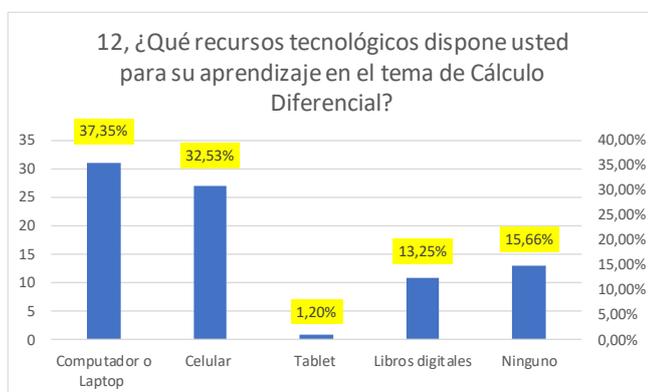


Gráfico 14-4: Pregunta 12 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

En cuanto a la disposición de recursos tecnológicos, el que mayormente disponen los estudiantes es el computador o laptop con el 37,35%, seguido del celular con 32,53%, Tablet con un 1,20%. los libros digitales con un 13,25%, y el 15,66% no utiliza ningún recurso tecnológico. Estos resultados nos conducen a que al momento de seleccionar el software Derive como estrategia didáctica se debe verificar que esté disponible para ser utilizado en los dos recursos mayormente disponibles por los estudiantes: computador y celular.

13. ¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema Cálculo Diferencial?

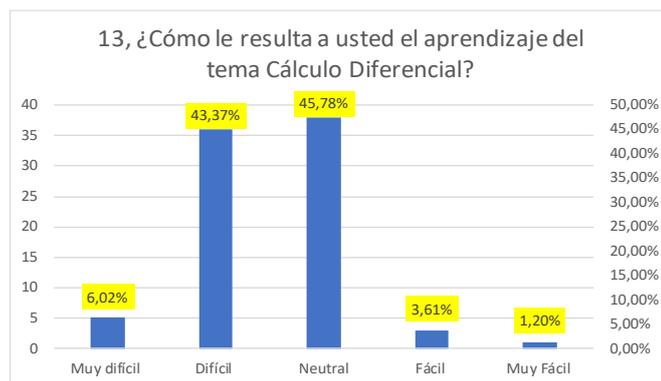


Gráfico 15-4: Pregunta 13 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Apenas el 1,20% de estudiantes considera que el aprendizaje sobre el tema de Cálculo Diferencial le resulta muy fácil, muy seguido por un 3,61% que consideran que es fácil, mientras que la mayoría que representa el 45,78% manifiesta que es neutral, es decir ni fácil ni difícil, con un 43,37% se manifiestan diciendo que es difícil y un 6,02% muy difícil, lo que quiere decir que para la mayoría de los estudiantes el aprendizaje sobre el tema no es considerado fácil.

14. ¿Qué tipo de dificultades usted presenta en el aprendizaje del Cálculo Diferencial?

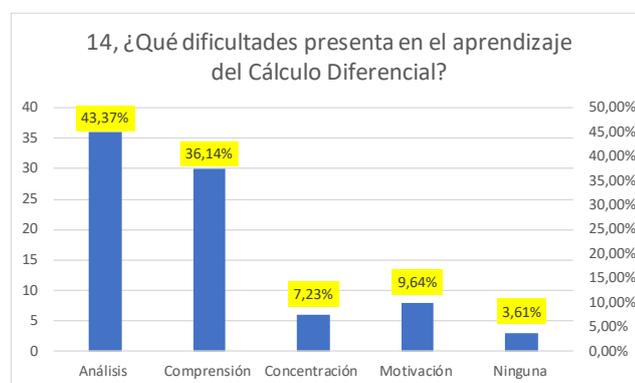


Gráfico 16-4: Pregunta 14 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

La mayor dificultad que presentan los estudiantes en el aprendizaje del Cálculo Diferencial es en el análisis con un 43,37%, seguido de la comprensión con un 36,14%, mientras que la concentración corresponde a un 7,23%, la motivación 9,64% y el 3,61% no presenta dificultades en el aprendizaje del Cálculo Diferencial, lo que indica que se necesita utilizar una estrategia didáctica que involucre al mejoramiento de estas dificultades.

15. ¿En cuáles de los siguientes temas usted presenta dificultad al resolver ejercicios de cálculo Diferencial?

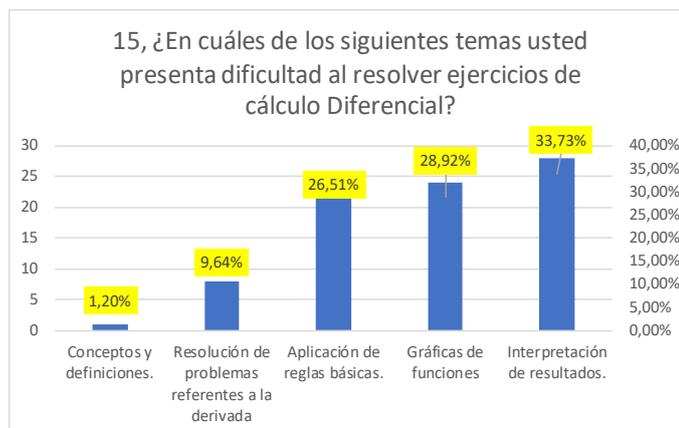


Gráfico 17-4: Pregunta 15 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Los estudiantes expresan que las mayores dificultades que tienen al resolver ejercicios de Cálculo Diferencial son interpretación de resultados con un 33,73%, gráficas de funciones con un 28,92%, seguidos de la aplicación de reglas básicas con un 26,51%, resolución de problemas referentes a la Derivada con un 9,64%, y el 1,20% en conceptos y definiciones, lo que indica que se debe plantear una estrategia didáctica que elimine todas o algunas de las dificultades encontradas.

16. ¿La principal causa de la dificultad de aprendizaje del Cálculo Diferencial, lo atribuye a?

- Insuficientes conocimientos previos
- No le gusta el método de enseñanza del docente
- No existe el tiempo necesario en clase, por tanto, no se realizan ejercicios suficientes
- No se utilizan estrategias didácticas que motiven el aprendizaje
- No le gusta la materia

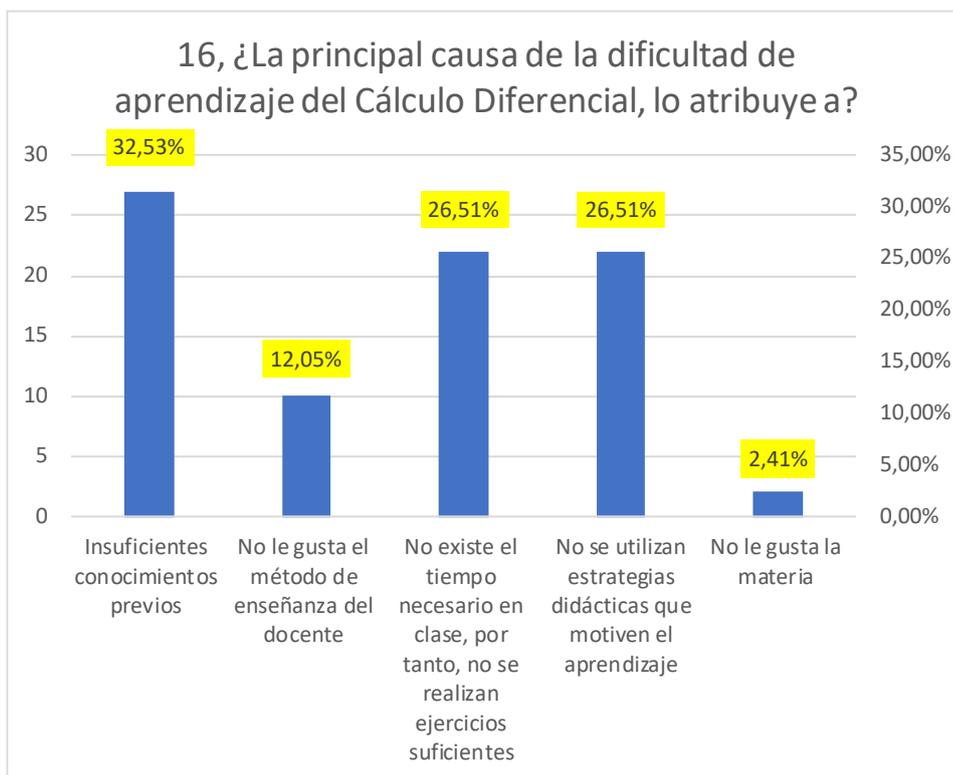


Gráfico 18-4: Pregunta 16 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Los estudiantes consideran que los insuficientes conocimientos previos que poseen es la causa principal por la cual tienen dificultades en el aprendizaje del Cálculo Diferencial, ésta ocupa el 32,53%, a un 12,05% no le gusta el método de enseñanza del docente, la escasa realización de ejercicios en clase debido al corto tiempo y no utilizar estrategias didácticas que motiven el aprendizaje son la segunda causa considerada con un 26,51%, y finalmente al 2,41% no le gusta la materia. Lo que evidencia la necesidad de implementar estrategias didácticas que motiven a los estudiantes, a su vez que permitan optimizar el tiempo en clase y facilite a que los estudiantes puedan realizar de manera autónoma ejercicios que fortalezcan el aprendizaje.

17. ¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema del Cálculo Diferencial son claros y concretos?

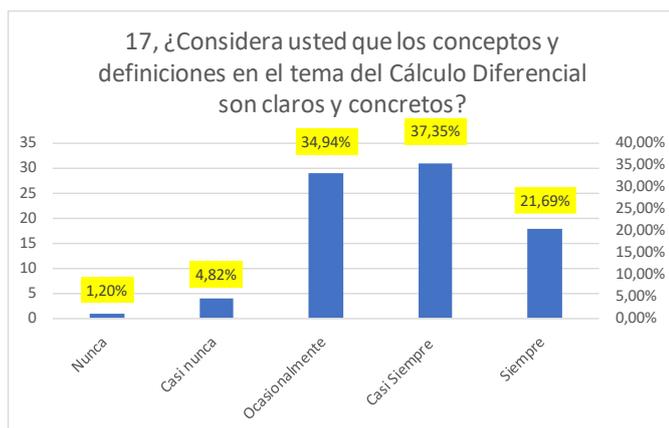


Gráfico 19-4: Preguntar 17 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

De acuerdo con los resultados obtenidos, observa que los conceptos y definiciones en el tema del Cálculo Diferencial son claros y concretos ya que un 37,35% manifiesta que casi siempre, un 34,94% ocasionalmente y un 21,69% siempre. Lo que permite concluir que lo referente a conceptos no es un problema en el aprendizaje.

18. ¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución del Cálculo Diferencial?

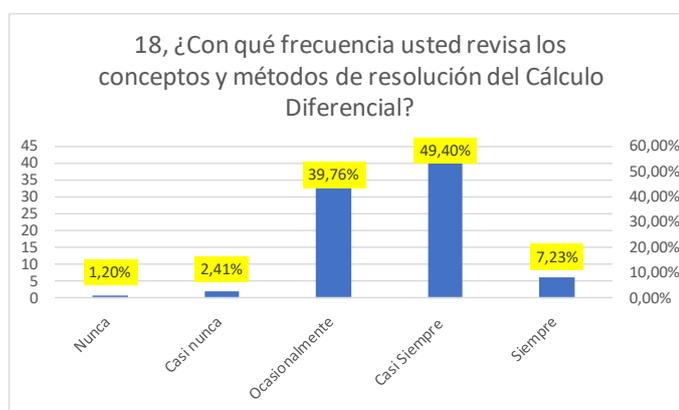


Gráfico 20-4: Preguntar 18 encuesta

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

El 49,47% de los encuestados manifiestan que casi siempre revisan los conceptos y métodos de resolución, el 39,76% ocasionalmente y el 7,23% siempre, apenas un 2,41% casi nunca lo revisan y un 1,20% nunca.

19. ¿Con qué facilidad aplica los conocimientos del Cálculo Diferencial para su resolución e interpretación de resultados?

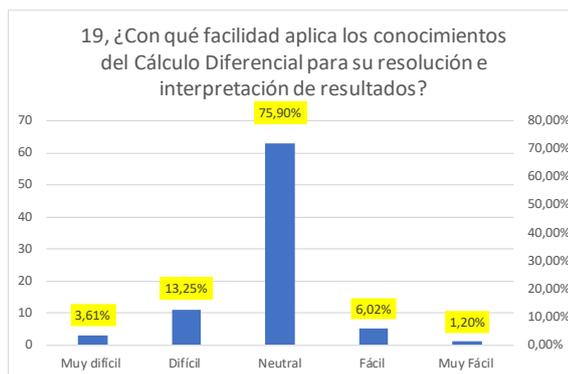


Gráfico 21-4: Pregunta 19 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 3,61% de los alumnos manifiestan que les resulta muy difícil aplicar los conocimientos para poder resolver ejercicios de Cálculo Diferencial, así como también interpretar los resultados, para el 13,25% es difícil, pero la mayoría que representa el 75,90% dice que es neutral, apenas para un 6,02% es fácil y para un 1,20% es fácil. Estos resultados indican que se debe trabajar con alguna estrategia didáctica que les permita mejorar sus conocimientos para poder resolver ejercicios de Cálculo Diferencial e interpretar sus resultados.

20. ¿Su nivel de comprensión del tema es?

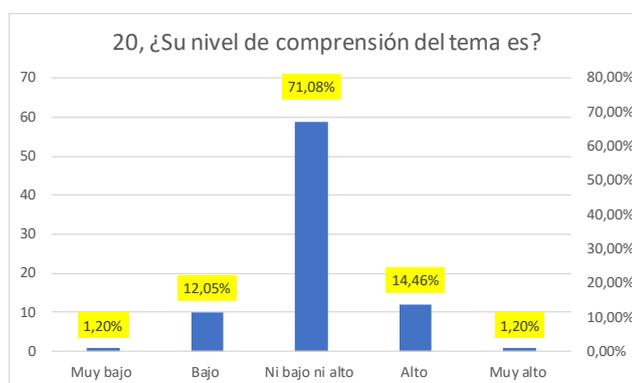


Gráfico 22-4: Pregunta 20 encuesta

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

El 71,08% de los estudiantes encuestados expresan que su nivel de comprensión del tema de Cálculo Diferencial no es ni alto ni bajo, el 14,46% indican q es alto, el 12,05% bajo, y el 1,20% dicen que es muy bajo y muy alto. La mayoría de los estudiantes manifiestan su posición ante la comprensión del tema como neutral lo que corrobora los resultados de la pregunta anterior en la que se indica de igual manera como mayoritaria la posición neutral ante la aplicación de conocimientos para resolver e interpretar resultados.

4.2 Síntesis de los resultados obtenidos de la encuesta aplicada

La encuesta aplicada para analizar la situación actual del aprendizaje del Cálculo Diferencial en los estudiantes de primer semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo dio como resultados las siguientes conclusiones, expuestas por apartados:

4.2.1 Sobre las dificultades de los alumnos en el aprendizaje del cálculo diferencial

Los estudiantes consideran que el aprendizaje del Cálculo Diferencial les resulta difícil, lo atribuyen a los insuficientes conocimientos previos, al poco tiempo en clases para realizar ejercicios y a la falta de estrategias didácticas que los motiven a aprender, siendo sus mayores dificultades el análisis y comprensión, además que al momento de resolver ejercicios les resulta difícil identificar los resultados, analizar las gráficas y aplicar las reglas básicas en la resolución de ejercicios.

4.2.2 Conocimiento del tema de cálculo diferencial

En relación con el conocimiento que tienen los estudiantes sobre cálculo diferencial, la mayoría manifiestan que casi siempre los conceptos y definiciones son claros y concretos, que casi siempre revisan dichos conceptos, que la aplicación de los conocimientos adquiridos de cálculo diferencial les resulta neutral en la resolución e interpretación de resultados, manifiestan también que el nivel de comprensión del tema es neutral, que la capacidad para resolver ejercicios e interpretar sus resultados es neutral.

4.2.3 Sobre la disponibilidad de recursos tecnológicos para el aprendizaje del cálculo diferencial

Sobre la disponibilidad de recursos tecnológicos para su proceso de aprendizaje, los estudiantes manifiestan que en su mayoría disponen de computadores y celulares, respecto al docente indican que la frecuencia con la que utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje del cálculo diferencial es siempre y ocasionalmente.

4.2.4 Sobre el Software Derive y el aprendizaje del cálculo diferencial

Los estudiantes están de acuerdo que la utilización de un software mejora el aprendizaje de derivadas (Pregunta N°19) ya que conocen las ventajas y desventajas de su utilización (Pregunta

Nº20). Además, que manifestaron que es importante la utilización de un software libre como estrategia didáctica en el aprendizaje (Pregunta Nº20).

4.2.5 *Conclusión sobre los resultados obtenidos en la encuesta aplicada*

Con los resultados obtenidos y el análisis realizado en cada uno de los apartados se concluye que se debe estructurar una propuesta didáctica que utilice una teoría del aprendizaje que se centre en el estudiante permitiendo su participación frecuente y activa lo que conduzca a que se desarrolle el análisis y la comprensión del cálculo diferencial, además que facilite interpretación de los resultados, así como también la aplicabilidad de la derivada. También se analiza que existe una predisposición de los estudiantes para utilizar con frecuencia un software el cual debe tener como característica principal su facilidad de uso, ya que el software utilizado actualmente por el docente no es fácil su manejo y es aplicable su uso en computadoras o en celulares pero que dispongan de internet, por lo que en la propuesta se debe utilizar un software gratuito y que pueda ser utilizado tanto en computadores como en celulares. Por estas razones en la propuesta didáctica se utilizará la teoría constructivista y el software Derive.

4.3 **Comprobación de homogeneidad entre el grupo experimental y el grupo de control**

Para la comprobación de homogeneidad entre el grupo experimental y el grupo de control se aplicó la prueba F-test, para lo cual se utilizaron los resultados obtenidos en la encuesta de diagnóstico aplicada a cada uno de los grupos.

Tabla 1-4: Resultados de la encuesta

Nº PREGUNTA	PREGUNTAS	RESULTADO PROMEDIO	
		GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO DE CONTROL
1	¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de Cálculo Diferencial?	4.18	4.20
2	¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de Cálculo Diferencial?	4,12	4,25

3	¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Cálculo Diferencial?	4,15	4,00
4	¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de Cálculo Diferencial?	4,40	4,35
5	¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de Cálculo Diferencial es?	4,10	4,03
6	¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver Derivadas es?	3,90	4,13
7	¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver Derivadas es?	4,02	3,95
8	¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje del Cálculo Diferencial?	4,00	3,93
9	¿Qué importancia le da a la utilización de un software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del Cálculo Diferencial?	3,94	3,98
10	¿Considera usted que la utilización del software Derive permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?	2,65	3,18
11	¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de Cálculo Diferencial?	2,62	3,18
12	¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de Cálculo Diferencial?	2,95	2,25
13	¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema Cálculo Diferencial?	3,74	4,08
14	¿Qué tipo de dificultades usted presenta en el aprendizaje del Cálculo Diferencial?	3,94	3,93
15	¿En cuáles de los siguientes temas usted presenta dificultad al resolver ejercicios de cálculo Diferencial?	3,54	3,58
16	¿La principal causa de la dificultad de aprendizaje del Cálculo Diferencial, lo atribuye a?	3,80	3,25
17	¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema del Cálculo Diferencial son claros y concretos?	2,90	3,83
18	¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución del Cálculo Diferencial?	2,80	3,28
19	¿Con qué facilidad aplica los conocimientos del Cálculo Diferencial para su resolución e interpretación de resultados?	2,93	3,33
20	¿Su nivel de comprensión del tema es?	2,85	2,93

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

Aplicación de la prueba F-test:

1. Se plantea la H_0 y la H_1 .

H_0 : el grupo experimental y el grupo de control son homogéneos, $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

H_1 : el grupo experimental y el grupo de control no son homogéneos, $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

2. Se realiza la prueba F-test utilizando el software Excel, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2-4: Prueba F para varianzas de dos muestras

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO DE CONTROL
Media	3,5765	3,682
Varianza	0,365045	0,29088
Observaciones	20	20
Grados de libertad	19	19
F	1,254967684	
P(F<=f) una cola	0,312778169	
Valor crítico para F (una cola)	2,168251601	

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

3. Se analiza los resultados y se toma la decisión de aceptar o rechazar H_0 .

Los resultados obtenidos con Excel son: $F=1,25$ y F crítica= $2,17$; con lo que $F < F$ crítica por lo tanto se acepta $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$, es decir, se comprueba que los grupos experimental y de control son homogéneos.

4.4 Resultados obtenidos de la prueba objetiva aplicada

Para validar la propuesta didáctica y así comprobar la hipótesis se tomó la prueba objetiva que evalúa el aprendizaje adquirido sobre cálculo diferencial por los estudiantes del grupo de control que aprendió sin la propuesta didáctica y por los estudiantes del grupo experimental que aprendió con la propuesta didáctica.

Tabla 3-4: Resultados prueba objetiva grupo de control

GRUPO DE CONTROL						
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	/10	ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	/10	
1	3,35		9	4,00	17	4,00
2	4,65		10	4,00	18	5,35
3	4,00		11	4,65	19	4,00
4	4,00		12	4,65	20	5,35
5	6,00		13	7,35	21	2,65
6	2,65		14	7,35	22	3,35
7	4,65		15	3,35	23	2,00
8	5,35		16	4,00	24	4,65

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

Tabla 4-4: Resultados prueba objetiva grupo experimental

GRUPO EXPERIMENTAL						
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	/10	ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	/10	
1	7,35		21	6,00	41	4,00
2	6,00		22	6,65	42	4,00
3	4,65		23	6,00	43	5,35
4	6,65		24	6,65	44	5,00
5	7,35		25	5,35	45	7,00
6	4,65		26	6,65	46	5,00
7	5,35		27	5,35	47	4,00
8	7,35		28	4,00	48	6,00
9	6,00		29	4,00	49	6,00
10	7,35		30	4,65	50	8,35
11	5,35		31	3,35	51	5,00
12	4,65		32	2,00	52	6,00
13	6,00		33	6,00	53	7,00
14	6,00		34	4,65	54	6,00
15	8,00		35	4,65	55	6,00
16	4,00		36	3,35	56	6,00
17	7,35		37	2,65	57	2,00
18	5,35		38	8,00	58	6,00
19	5,35		39	7,35	59	7,00
20	9,35		40	7,35		

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

4.4.1 Estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en el grupo de control y en el experimental

Para el cálculo de los estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos en la prueba objetiva tanto en el grupo de control como en el grupo experimental se utilizó el software Excel y SPSS, obteniéndose lo siguiente:

Tabla 5-4: Estadísticos descriptivos SPSS

Prueba F para varianzas de dos muestras

	<i>PUNTAJE G1</i>	<i>PUNTAJE G2</i>
Media	4,389583333	5,668644068
Varianza	1,708473732	2,308180888
Observaciones	24	59
Grados de libertad	23	58
F	0,740181907	
P(F<=f) una cola	0,215414911	
Valor crítico para F (una cola)	0,535240395	

Estadísticos Descriptivos		Grupo de Control	Grupo Experimental
N	Válido	24	59
	Perdidos	35	0
Media		4,3896	5,6686
Error estándar de la		0,26681	0,19779
Mediana		4,0000	6,0000
Moda		4,00	6,00
Desv. estándar		1,30709	1,51927
Varianza		1,708	2,308
Asimetría		0,655	-0,241
Error estándar de		0,472	0,311
Curtosis		0,773	0,142
Error estándar de curtosis		0,918	0,613
Rango		5,35	7,35
Mínimo		2,00	2,00
Máximo		7,35	9,35
Suma		105,35	334,45

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Se observa que la media del grupo experimental es mayor que la del grupo de control (5,6686 > 4,3896), así como también la desviación y la varianza son mayores en el grupo experimental que en el grupo de control.

4.4.2 Gráficos de resultados obtenidos en la prueba objetiva aplicada

Con el fin de realizar un análisis adecuado de los resultados obtenidos en la prueba objetiva aplicada tanto al grupo de control como al grupo experimental, se realizó gráficos de barras con frecuencias y porcentajes.

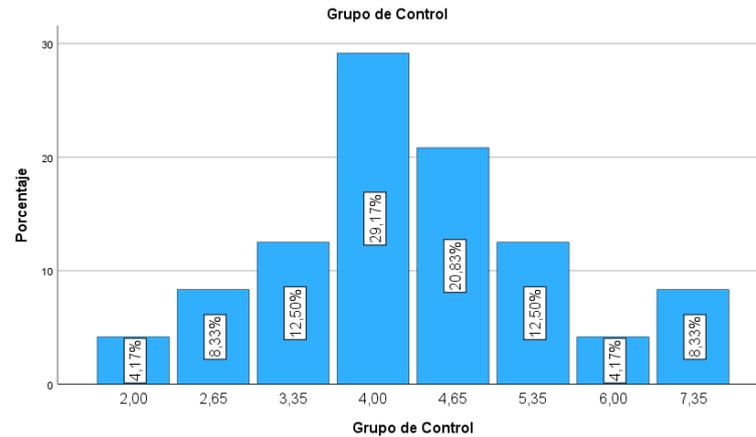


Gráfico 23-4: Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

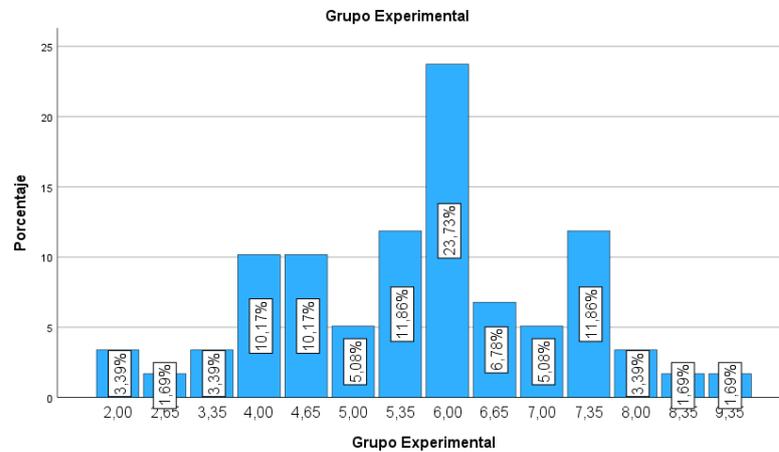


Gráfico 24-4: Porcentaje de calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

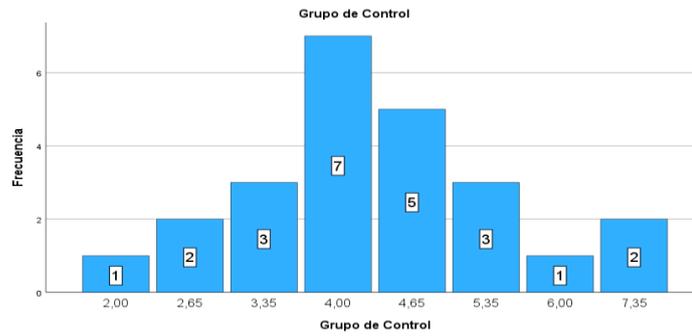


Gráfico 25-4: Calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

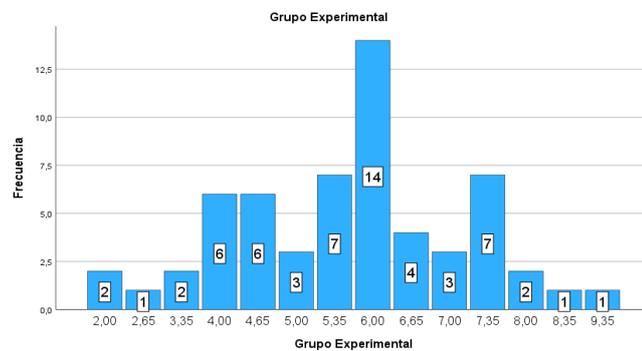


Gráfico 26-4: Calificaciones de la prueba objetiva del grupo experimental

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

Frecuencias e histogramas de los resultados obtenidos en la prueba objetiva aplicada

Tabla 6-4: Frecuencia de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo de control

Grupo de Control					
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
	2	1	1,7	4,2	4,2
	2,65	2	3,4	8,3	12,5
	3,35	3	5,1	12,5	25,0
	4	7	11,9	29,2	54,2
Válido	4,65	5	8,5	20,8	75,0
	5,35	3	5,1	12,5	87,5
	6	1	1,7	4,2	91,7
	7,35	2	3,4	8,3	100,0
	Total	24	40,7	100,0	
Perdidos	Sistema	35	59,3		
Total		59	100,0		

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

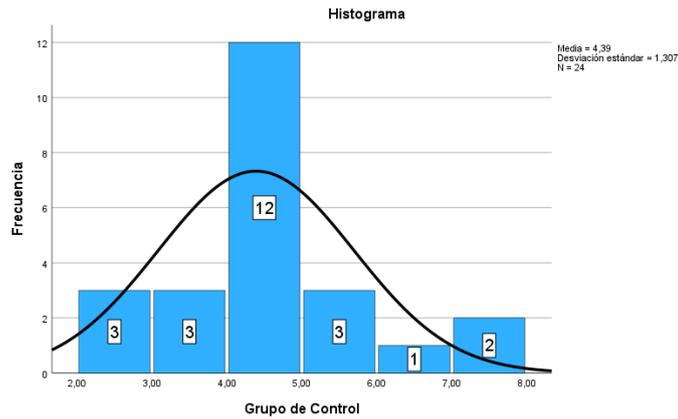


Gráfico 27-4: Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

Tabla 7-4: Frecuencia de las calificaciones en la prueba objetivo del grupo experimental

Grupo Experimental				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	2	2	3,4	3,4
	2,65	1	1,7	5,1
	3,35	2	3,4	8,5
	4	6	10,2	18,6
	4,65	6	10,2	28,8
	5	3	5,1	33,9
	5,35	7	11,9	45,8
Válido	6	14	23,7	69,5
	6,65	4	6,8	76,3
	7	3	5,1	81,4
	7,35	7	11,9	93,2
	8	2	3,4	96,6
	8,35	1	1,7	98,3
	9,35	1	1,7	100,0
Total	59	100,0	100,0	

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

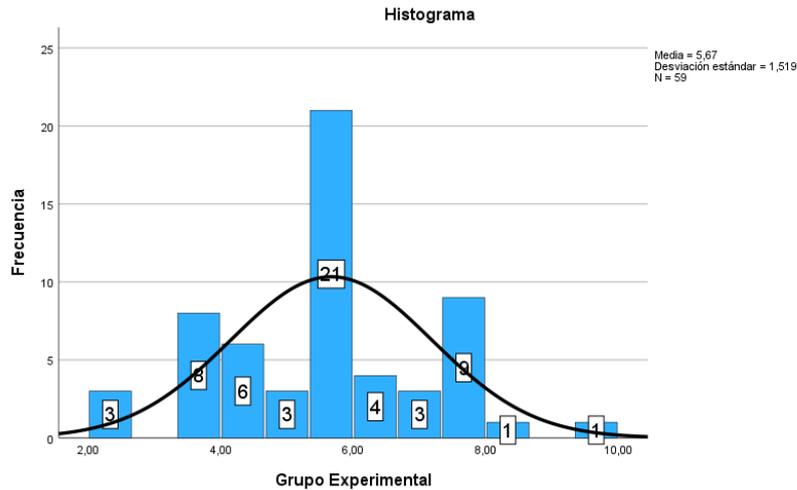


Gráfico 28-4: Histograma de calificaciones de la prueba objetiva del grupo de control

Realizado por: Carrasco, Jorge 2022

4.5 Contrastación de hipótesis

Para contrastar la hipótesis se utilizó la prueba normal Z para diferencia entre dos medias de población, con el siguiente procedimiento:

H_0 : el grupo experimental y el grupo de control son homogéneos, $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

H_1 : el grupo experimental y el grupo de control no son homogéneos, $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

a) Planteamiento de la hipótesis

$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ “La utilización de un software Derive no incrementa el nivel de aprendizaje del cálculo diferencial

$H_0: \mu_1 - \mu_2 > 0$ “La utilización de un software Derive incrementa el nivel de aprendizaje del cálculo diferencial”

b) Determinación del nivel de significancia

Por tratarse de una investigación que implica rendimiento a través de una estrategia didáctica se utiliza un nivel de significancia de 0,05, y una confiabilidad del 95%.

c) Cálculo de las medias (\bar{x}_1 y \bar{x}_2) y las desviaciones estándar (σ_1^2 y σ_2^2)

- Grupo experimental:

$$\bar{x}_1 = 5,6686$$

$$\sigma_1^2 = 1,51927$$

- Grupo de control:

$$\bar{x}_2 = 4,3896$$

$$\sigma_2^2 = 1,30709$$

- d) Calcular el valor de z

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$z = \frac{5,6686 - 4,3896}{\sqrt{\frac{1,51927}{59} + \frac{1,30709}{24}}}$$

$$z = 4,515956$$

- e) Toma de decisiones

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula se debe analizar las regiones de aceptación y rechazo, por lo que para un nivel de significancia $\alpha=0,05$ corresponde un z crítico=1,96. Para el análisis se realiza la siguiente figura:

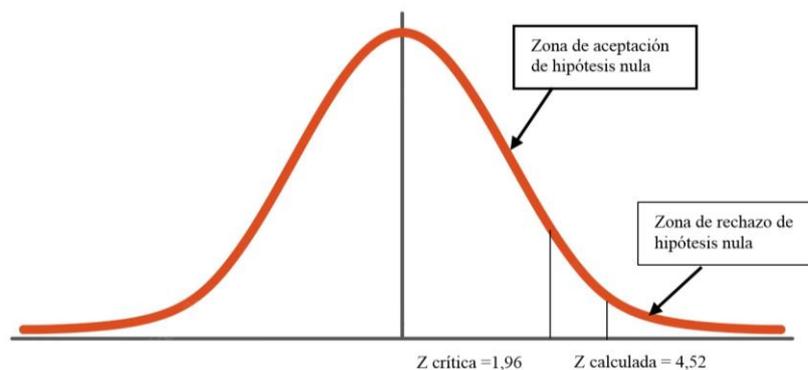


Gráfico 4 29: Zona de aceptación y rechazo de la hipótesis nula

Realizado por: Jorge Carrasco 2022

Como $4,515956$ (z calculada) $>$ $1,96$ (z crítica) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, con lo que se concluye que la utilización de un software Derive incrementa el nivel de aprendizaje del cálculo diferencial. Es decir que los valores de las medias entre los

grupos experimental y de control en la prueba objetivo son significativamente diferentes, siendo mayor la media del grupo experimental sin atribuirse este hecho al azar.

4.6 Discusión de resultados

En el resumen de los estadísticos descriptivos se observa que el valor de la media del grupo experimental es mayor que la del grupo de control ($5,6686 > 4,3896$), así como también son mayores los valores de la desviación estándar y varianza del grupo experimental.

La diferencia existente entre los valores de la media obtenidos es 1,279 lo que en porcentaje indica una diferencia del 22,56%.

La calificación máxima obtenida por 1 solo estudiante en el grupo experimental es de 9,35/10 mientras que en el grupo de control es 7,35/10.

La calificación mínima obtenida por dos estudiantes en el grupo experimental es de 2/10 mientras que un estudiante en el grupo de control tiene 2/10

El valor de la moda indica la calificación más obtenida en el grupo de control es 4,00 con una frecuencia de 7, mientras que en el grupo experimental es 6,00 con una frecuencia de 14.

Los histogramas muestran que los resultados obtenidos tanto en el grupo de control como en el grupo experimental siguen una distribución normal.

En el grupo experimental 40 estudiantes tienen una calificación ≥ 5 , que equivale a un 67,80%, mientras que en el grupo de control solo 6 estudiantes tienen una calificación ≥ 5 que equivale a un 25,00%.

Con la prueba normal Z se pudo comprobar que la utilización de un software incrementa el aprendizaje del cálculo diferencial, además que la propuesta didáctica basada en la teoría constructivista mejora significativamente la adquisición de conocimientos, ya que, al centrarse más en el estudiante, se le permite ser el constructor de su propio conocimiento, lo cual a su vez fortalece el análisis crítico y desarrolla habilidades en los estudiantes.

CAPÍTULO V

5 PROPUESTA

TEMA: Cálculo Diferencial

TIEMPO: 4 semanas

Nº DE HORAS: 2 horas semanales

Introducción

A continuación, se expone una estrategia didáctica para el aprendizaje del Cálculo Diferencial, empleando el software Derive. La propuesta a exponer está dirigida a los estudiantes de Primer Semestre de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para poder mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje y por ende el rendimiento académico de los estudiantes. Se requiere la participación tanto de estudiantes como de docentes. Los estudiantes deben poseer conocimientos básicos Funciones y límites que son prerrequisitos para estudiar el tema de cálculo diferencial.

Esta propuesta didáctica se ha diseñado considerando la teoría constructivista del aprendizaje, en la cual el estudiante es el elemento principal y central del proceso enseñanza-aprendizaje, el docente es un guía que motiva a los estudiantes a construir su propio conocimiento, para lo cual utilizará el software Derive como estrategia didáctica, ya que permitirá el análisis y construcción gráfica de los resultados, así como también permitirá que los estudiantes desarrollen los ejercicios y analicen todas las posibles soluciones, planteen los modelos matemáticos e interactúen con los mismos.

Este software únicamente pretende apoyar las explicaciones del profesor, más no sustituirlo, de hecho que los conceptos, métodos de solución serán impartidos por el docente, quien luego de toda la explicación teórica y la resolución de los ejercicios respectivos utilizará el software Derive con el fin de corroborar lo explicado, así como también la resolución de ejercicios dando paso al análisis y discusión de todas las posibles soluciones a obtenerse, de manera algebraica y gráfica, permitiendo así que los estudiantes se encuentren motivados de poder interactuar con el software y a su vez discutir lo observado tanto de forma analítica como gráfica.

Además, que con Derive se optimiza el tiempo lo que permitirá el desarrollo de más ejercicios y a su vez que el estudiante en sus horas de aprendizaje autónomo utilice este software realizando más ejercicios de práctica.

Justificación

Tras el estudio realizado para la recolección de datos, se evidencia que los estudiantes de primer semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial presentan problemas en el aprendizaje del cálculo diferencial, pues les resulta complicado asimilar y comprender las teorías y procesos concernientes al tema, esto se corrobora con su rendimiento académico.

La propuesta didáctica se centra en que el proceso de enseñanza aprendizaje se fundamenta en la teoría constructivista, en la cual el alumno es el elemento principal del proceso y el docente un guía que mediante la utilización de herramientas y/o estrategias adecuadas motiva al estudiante a que participe de forma activa y a su vez construya su propio conocimiento concatenando sus conocimientos previos con los nuevos. Razón por la cual se utiliza Derive como un software educativo de apoyo tanto para el docente como para el estudiante, pues esta herramienta motiva al estudiante para que interactúe en la resolución de ejercicios con derivadas y a su vez aporte con sus dudas, inquietudes y opiniones al respecto. El uso del Derive permite además que el docente corrobore sus teorías explicadas mediante la práctica, ya que facilita al poder trabajar simultáneamente de forma analítica y gráfica, lo cual influye positivamente en el análisis y comprensión por parte del estudiante.

Esta propuesta pretende desarrollar en los estudiantes habilidades y destrezas que ayuden a mejorar su capacidad de razonamiento, análisis y comprensión del cálculo diferencial, mediante el uso del software Derive como herramienta de apoyo y motivación para los estudiantes, permitiéndoles autonomía en el aprendizaje. Se permitirá la resolución de ejercicios en los cuales el estudiante aplique sus conocimientos previos y nuevos, lo cual le permitirá que plantee caminos diferentes para llegar a la solución, y a su vez fomentará la participación colaborativa de los estudiantes con sus ideas y conocimientos, generando una discusión común que fortalezca lo aprendido, para que al final el estudiante experimente por sí mismo con el software. En los docentes se pretende generar un cambio de actitud en la forma de enseñar matemáticas, interés por una manera diferente y a la vez complementaria a sus clases cotidianas.

Descripción

Derive permite una metodología activa y participativa, para que los alumnos puedan analizar, interpretar y discutir las posibles soluciones de ejercicios de cálculo diferencial, además que permite que sea dinámico, ya que los alumnos pueden graficar las soluciones, variar las constantes con un deslizador de forma muy sencilla, explorar las funciones del software, direccionando a que analice e interprete sus resultados.

El papel del docente será explicar conceptos y métodos de solución, ejercicios resueltos manualmente y comprobados mediante el Derive, así como también ejercicios de aplicación que al graficarlos en Derive permita el análisis y discusión por parte de los alumnos, lo que conlleva a que el alumno participe de manera activa en la clase y por ende sea el constructor de su propio conocimiento.

Al final se plantearán ejercicios para que el alumno los resuelva de forma individual o grupal utilizando el software lo que conducirá a que utilice, analice, investigue en el software y con sus compañeros compartan sus conocimientos previos y nuevos, así como también la experiencia con el software.

Objetivos de la propuesta didáctica

- Resolver y analizar ejercicios del cálculo diferencial aplicando el método adecuado para determinar sus posibles soluciones.
- Fomentar la participación del estudiante a través de ejercicios y problemas para la construcción del propio conocimiento.
- Utilizar el software Derive como una estrategia didáctica que brinde apoyo al estudiante para comprobar los resultados obtenidos de una forma analítica y gráfica.

Competencias

Interpreta, formula, analiza y resuelve problemas de contexto real, utilizando definiciones, técnicas y aplicaciones del Cálculo Diferencial desarrollando comunicación, investigación, razonamiento y manifestando confianza, flexibilidad y perseverancia

Capacidades

- Refuerza, empleando DERIVE, el tema de Razón de Cambio en una función.
- Utiliza el software para visualizar y estudiar a través de una pequeña programación el problema de la Recta Tangente.
- Observa, analiza e interpreta el comportamiento de las funciones y sus derivadas a través de gráficas elaboradas en DERIVE
- Resuelve problemas de aplicación de la derivada (Máximos y Mínimos) al estudio de problemas naturales, económicos, sociales y tecnológicos.
- Desarrollar la capacidad de análisis crítico de las informaciones recibidas.

Actitudes

- Valora la importancia de la precisión en el trabajo de programación.
- Demuestra seguridad, orden y claridad en su trabajo.
- Manifiesta la importancia de la derivada para explicar y analizar el comportamiento de un fenómeno

Recursos

Recursos materiales

- Computador, Tablet o celular
- Calculadora científica.
- Guías de Trabajo
- Hojas de Evaluación

Recursos humanos

- Profesor de la asignatura
- Grupo Experimental
- Grupo de Control

Recursos tecnológicos

- Aula virtual
- Software Derive

5.1 Metodología de las sesiones de clase

La metodología consiste en explicar el fundamento teórico empleando diversos recursos como diapositivas, pizarrón, marcadores, proyector, y paralelamente trabajar con sus dispositivos.

Al planificar estas sesiones se tendrá en cuenta la competencia y las capacidades que se espera desarrollar en los alumnos.

Se ha insistido en la necesidad de lograr que el alumno realice un aprendizaje significativo y desempeñe un rol activo para lo cual utilizaremos guías de trabajo para el tratamiento de los contenidos programados, así como hojas de Evaluación.

5.2 Planes de clase

Elaborar un plan de clase se ha convertido en una tarea importante al momento de planificar nuestras asignaturas, hemos recibido algunos cursos de capacitación con la finalidad de que todos los docentes podamos manejar este instrumento que nos ayude a organizar mejor nuestro tiempo y a dosificar los contenidos de acuerdo con el tiempo establecido para cada uno de ellos en la programación oficial.

Consideramos importante al momento de planificar una sesión de clase conocer los diferentes tipos de actividades a desarrollar las cuales son la parte medular de la clase, y los procedimientos a utilizar en cada una de ellas. En nuestros planes de clase consideramos las siguientes actividades:

- **Actividades Iniciales:**

Preparan el ambiente para el aprendizaje y estimulan el interés por los nuevos contenidos y facilitan su relación con los conocimientos previos de los estudiantes.

Tienen como propósito captar la atención de los alumnos hacia las principales ideas estudiadas. Se utiliza como introducción donde se señalan los aspectos a estudiar para despertar el interés de los alumnos por el tema y desarrollar una buena disposición por temas subsiguientes. También puede incluir una evaluación previa o diagnóstica del conocimiento actual, las actitudes y niveles de destreza de los alumnos.

En este mismo sentido se puede plantear una secuencia de experiencias de aprendizajes puede incluir diferentes tipos de actividades entre las cuales se encuentran:

Actividades Introdutorias o de Exploración:

Que evidencian diagnóstico, introducción o descubrimiento, son orientadoras, despiertan el interés y la motivación. A continuación, se ofrecen algunos ejemplos de actividades iniciales:

Hacer una encuesta de las actitudes de los alumnos hacia un tema determinado y colocar los resultados en el pizarrón.

Sostener una discusión en clase que muestre la forma en que se relacionan las experiencias actuales de los alumnos con lo que va a ser estudiado.

Actividades de Proceso:

Dan secuencia a las estrategias y técnicas de aprendizaje para lograr los objetivos propuestos.

Son las estrategias de aprendizaje y técnicas que ayudan a los estudiantes a extender su pensamiento acerca de un problema o tema y practicar sus destrezas recién aprendidas. Estas son el corazón de la Unidad y ocupan la mayor parte del tiempo y la energía de los estudiantes. Aquí podemos hablar de actividades de desarrollo, análisis y estudio las cuales son actividades destinadas a desarrollar diferentes aspectos del contenido para el logro de los objetivos.

Incluyen actividades de estudio y ejercitación.

Dentro de esta clasificación se encuentran también las denominadas por Tabá actividades de generalización que incluyen actividades que permiten generalizar o reconstruir lo aprendido.

Ejemplos de actividades de Desarrollo:

- Solicitar a los estudiantes elaboren mapas, tablas, gráficas, modelos o secuencias cronológicas.
- Asignar actividades de redacción de reseñas de libros, temas, cartas o informes de investigación.
- Invitar a especialistas sobre el tema a dar una charla.
- Solicitar a los estudiantes que recaben su propia información a través de entrevistas o cuestionarios.
- Utilizar películas diapositivas, transparencias u otros materiales visuales.
- Organizar grupos pequeños de trabajo para que los estudiantes compartan información. Mostrar a los estudiantes la forma de desarrollar habilidades específicas y proveer actividades para la práctica.

Actividades Finales:

Agregan y relacionan las Unidades de Aprendizaje con otras experiencias educativas y aplicaciones a situaciones nuevas.

Estas actividades favorecen la integración con resúmenes que ayuden a los estudiantes a identificar las ideas más importantes de la Unidad. Una actividad de culminación también podría brindar la oportunidad para que los alumnos practiquen o utilicen de forma conjunta los conocimientos, habilidades y actitudes desarrolladas en unidades anteriores.

Aquí podemos mencionar a las actividades de aplicación, resumen o culminación que son aquellas que propician la aplicación de lo aprendido, y sirven para medir o evaluar el nivel de logro.

Algunos ejemplos de actividades de culminación son:

Planear una puesta en común para que los estudiantes resuman lo que han aprendido en la Unidad.

Estimular a los estudiantes a realizar un proyecto que dé respuesta a problemas particulares de una empresa, de su trabajo o de su comunidad.

Producir material audiovisual, presentación de grabaciones, transparencias o cintas de vídeo en clase.

5.3 Metodología de clase

En cuanto a la metodología indicamos que se trabaja con una muestra de 83 estudiantes divididos en dos grupos, un que será el grupo experimental y otro de control.

Debido a la jornada de trabajo que se tiene es que el éxito de una sesión de clases depende en parte de la habilidad del docente para programar su clase haciendo un buen uso del tiempo, a fin de hacer de su clase una jornada de trabajo productivo con los alumnos. Generalmente distribuyo mi tiempo entre exposición los contenidos y resolución de ejercicios en la pizarra, también invito a los alumnos a participar resolviendo algunos ejercicios y problemas para luego explicar lo que han trabajado a sus compañeros.

Otras de las estrategias empleadas es la solución de Trabajos Práctico en clase y de forma grupal después de ello siempre se presentan las soluciones a todo el grupo.

He dejado un trabajo encargado en la primera unidad que más que ser un trabajo de investigación de algún contenido matemático se refirió a la lectura de la novela: “Crímenes

Imperceptibles” de Guillermo Martínez. Matemático y escritor argentino, esta novela posee un contenido matemático y en su momento sirvió para reconocer que en las matemáticas no todo es solución de ejercicios y problemas. Con el grupo experimental trabajé sesiones de laboratorio incluidas dentro de las horas de clase.

Primera clase

Esta es la primera clase sobre Derivadas con el grupo de control aquí el desarrollo de la clase se hace siguiendo el método de la clase magistral en la cual muestro a los alumnos el concepto de razón de cambio con ayuda de diapositivas y gráficos elaborados en la pizarra es importante mencionar que toda la información ellos la tienen presente en una separata diseñada para esta clase y entregada para esa sesión.

Luego de la explicación en la cual los alumnos intervienen con sus preguntas, se procede a trabajar por parejas en la solución del primer trabajo práctico que aparece en la separata para esto se asigna a cada pareja formada un problema, un tiempo de 15 minutos, para resolverlo y entregarlo para su posterior corrección en plenaria. A continuación, los alumnos exponen la solución de los 4 problemas en la pizarra.

Luego empleando nuevamente el método expositivo, dando lugar a las preguntas de los alumnos y haciendo a la vez algunas interrogantes para comprobar su comprensión presente los contenidos referidos a:

- a) Razón de cambio y el problema de la recta tangente a una curva.
- b) Definición de derivada.
- c) Presentación de gráficos de funciones y sus derivadas.

Resolvimos algunos ejercicios de los trabajos prácticos en la pizarra, y los demás quedaron para trabajar en casa. La solución de dichos ejercicios sería expuesta en la siguiente clase de forma voluntaria.

Para la sesión con el grupo experimental, la clase se desarrolló con un inicio similar a la clase del grupo de control, mostrando las diapositivas y trabajando con ellos trabajando con ellos sobre las ideas de Razón de cambio, Recta tangente a una curva, cálculo de la derivada de una función empleando las definiciones. De los Trabajos Prácticos N°1, N°2 y N°3 resolví en la pizarra algunos ejercicios quedando los otros como trabajo para la siguiente clase. Para la sesión

de laboratorio prepare una guía de trabajo la cual está dividida en dos temas, los cuales se denominan:

- Razón de cambio y problema de la recta tangente.
- Cálculo y grafica de la derivada de una función.

Esta guía de trabajo usa el programa DERIVE y pretende reforzar los conocimientos adquiridos en las clases acerca de los temas de razón de cambio, recta secante y tangente a una curva, además del cálculo de la derivada empleando la definición, y el uso de los comandos Lim (límite) y DIF (derivada) propios de DERIVE.

Considero importante comentar que el uso de programa permitió a los alumnos recordar la teoría de gráfico de funciones, estudiada en la primera unidad la cual les sirvió de base para comprender el comportamiento de las gráficas de las funciones y sus derivadas, además se dieron indicaciones sobre el uso de sentencias lógica como IF – THEN para elaborar pequeños programas usando DERIVE pues una de las tareas era elaborar un pequeño programa que les permitiera ingresar una función y un intervalo y que dé como resultado la gráfica de todas las rectas secantes en un intervalo establecido hasta llegar a la tangente en un punto extremo del intervalo o en cualquier punto del mismo.

Segunda clase

Con el grupo de control el método empleado es deductivo las estrategias para el desarrollo de la clase se combinaron entre la exposición y participación de los alumnos para tratar de deducir algunos conceptos o ideas y luego a través de la solución de ejercicios reforzar los conocimientos.

Los ejercicios se trabajan en parejas.

Se presentó las primeras reglas de derivación y luego se resolvieron ejercicios de cálculo de derivadas empleando las reglas. Además de calcular derivadas de orden superior.

Se continuó con el análisis de las derivadas de algunas funciones sencillas por la facilidad para realizar sus gráficas. A los alumnos se les dejó como tarea la solución de los trabajos prácticos N° 4.

Con respecto al grupo experimental se presentaron los mismos contenidos y en la parte del laboratorio sirvió básicamente para trabajar el análisis gráfico de funciones y; adelantando un poco, gracias al manejo del programa, calculamos no solo la primera sino también las segundas, terceras entre otras derivadas de algunas funciones.

El trabajar con las gráficas de la primera y segunda derivada permitió a los alumnos ir teniendo ideas sobre la relación entre la derivada de una función y su gráfica lo cual será el tema de la siguiente sesión. Así mismo recordamos conceptos estudiados en la primera parte del curso como son el de función creciente y decreciente además de relacionar los signos de la derivada para comprobar que una función sea o no creciente.

Tercera clase

Esta clase tanto para el grupo de control como para el grupo experimental es la misma no incluye el desarrollo de un laboratorio para el grupo experimental y la razón es porque en esta sesión se concluye con la presentación de todas las reglas de derivación se trabajaron los temas de derivadas de funciones trigonométricas, sus inversas, exponenciales y logarítmicas. Además, regla de cadena funciones implícitas, derivadas de orden superior.

Esta clase tiene la mayor parte del tiempo destinada a la práctica en clase pues los ejercicios que se plantean tienen como finalidad que el alumno aprenda a distinguir las reglas de derivación y sobre todo reconozca cuando emplearlas.

Cuarta clase

Con ambos grupos se trabajaron los temas de Regla de L'Hospital y aplicaciones de las Derivadas el cálculo de Máximos y Mínimos de una función en el caso del grupo de control se invierte el tiempo en resolver ejercicios y problemas de forma individual, grupal y en presentar la solución de los problemas en la pizarra.

Con el grupo experimental si hubo laboratorio, aquí se presentan problemas diversos de aplicación para encontrar máximos y mínimos de funciones que quizás manualmente sería laborioso derivar, pero con ayuda de programa podemos hacerlo de forma inmediata dando así el tiempo necesario para trabajar la interpretación de resultados y el análisis de máximos y mínimos.

En cuanto a la evaluación debo indicar que durante el tiempo que duro la experiencia se aplicaron 3 prácticas calificadas y un examen parcial. Entonces los alumnos presentan en esta segunda unidad tres notas de práctica más la calificación del examen parcial.

5.4 Evaluación

Al finalizar las prácticas con DERIVE, se realizó una prueba objetiva para evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes.

Para la realización de la prueba y con la finalidad de que no haya diferencia en las evaluaciones se aplicó la misma prueba, además fueron aplicados en un horario fuera de las horas de clase y a los dos grupos por igual y al mismo tiempo.

Las prácticas calificadas se elaboraron de acuerdo con la tabla de especificaciones. La prueba tiene una duración de dos horas.

El construir la tabla de especificaciones me sirvió para un mayor orden al momento de elaborar el banco de reactivos que evalué en cada uno de los temas según la importancia y el tiempo que se le dedicaron en clase.

Para desarrollar esta tabla fue necesario tener en cuenta:

- a) La lista de temas desarrollados.
- b) La lista de capacidades específicas que marco cada tema.
- c) Una revisión previa de todo el contenido.

Tomé en cuenta los niveles taxonómicos de Bloom:

1. Conocimiento.
2. Comprensión.
3. Aplicación.
4. Análisis - Síntesis – Evaluación.

Con respecto al porcentaje, este fue asignado según la importancia de los contenidos.

CONCLUSIONES

- Se utilizó el software Derive como una estrategia didáctica en el aprendizaje del cálculo diferencial, el cual fue aceptado por los estudiantes del primer semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, ya que por las características que posee motivó a los estudiantes en su manejo fácil e intuitivo, permitiendo una corroboración de los conocimientos enseñados por el docente y ayudando a la interactividad de los estudiantes. El grupo experimental tuvo una mejor calificación en la prueba objetiva comparado con el grupo de control, lo cual se demostró al obtener la media de las calificaciones obtenidas en cada uno ($5,6686 > 4,3896$).
- Al realizar el diagnóstico mediante la encuesta, entre las dificultades que los alumnos tienen para resolver ejercicios de cálculo diferencial se identificaron: la gráfica e interpretación de resultados, la aplicación de conocimientos de cálculo diferencial, las cuales se superaron mediante la utilización del Derive como una herramienta de apoyo.
- El análisis de los resultados obtenidos en la encuesta diagnóstica permitió estructurar una propuesta didáctica para mediante la utilización del software Derive resolver ejercicios de cálculo diferencial, la cual se basó en la teoría constructivista del aprendizaje con actividades adecuadas que permitieron superar las dificultades que se presentaron en la enseñanza tradicional.
- La propuesta desarrollada se aplicó en el grupo experimental, la cual permitió la participación activa de los estudiantes, fortaleció la comprensión del tema y desarrolló el análisis crítico de los resultados, ya que al utilizar Derive como un graficador de las soluciones el estudiante pudo observar el comportamiento de las mismas.
- La aplicación de la prueba objetiva a los dos grupos (experimental y de control), permitió validar la solvencia de la propuesta didáctica aplicada, pues mediante la prueba z normal se comprobó la hipótesis de que la utilización de software Derive incrementa el aprendizaje del cálculo diferencial, al obtenerse un valor de z calculado = 4,52 mayor que el z crítico = 1,96.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización del software Derive en el aprendizaje de cualquier tema de las Matemáticas, ya que se evidencia que, a más motivar a los estudiantes, el rendimiento académico mejora.
- Que en el proceso enseñanza aprendizaje se aplique la teoría constructivista, con el fin de que el estudiante sea el centro del proceso, lo cual le motive a participar y a desarrollar su auto aprendizaje.
- Realizar evaluaciones objetivas, las cuales permitan identificar las dificultades que poseen los estudiantes, subsanarlas y así llegar a una comprensión total del tema.
- Capacitar a los docentes en la utilización de distintos softwares educativos, con el fin de que los apliquen en sus clases, ya que esto se constituye en una estrategia didáctica adecuada para mejorar el aprendizaje.

GLOSARIO

Cálculo diferencial

Parte del cálculo infinitesimal y del análisis matemático que estudia cómo cambian las funciones continuas según sus variables cambian de estado. El principal objeto de estudio en el cálculo diferencial es la derivada.

Derivada

En una función, límite hacia el cual tiende la razón entre el incremento de la función y el correspondiente a la variable cuando el incremento tiende a cero.

Derive

Permite trabajar de modo exacto y aproximado con números naturales, enteros, racionales, reales y complejos. · Opera polinomios y fracciones algebraicas.

ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

proceso bilateral en el que es tan importante aprender lo que se enseña como enseñar lo que se aprende. Es decir, son dos conceptos que van ligados y sin el uno el otro no puede existir.

Estrategia didáctica

conjunto de acciones que el personal docente lleva a cabo, de manera planificada, para lograr la consecución de unos objetivos de aprendizaje específicos.

Estudiantes

Persona que cursa estudios en un centro docente.

MATEMÁTICAS

Ciencia que estudia las propiedades de los números y las relaciones que se establecen entre ellos.

Propuesta didáctica

Proceso donde se estructuran y organizan los elementos y aspectos del currículum educativo.

Teorías del aprendizaje

conjunto de diferentes conceptos que observan, describen, explican y orientan el proceso de aprendizaje de las personas y todo lo que se relaciona a este proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Báez Ureña, N., & Blanco Sánchez, R. (2020). La epistemología de la matemática. *Revista Mikarimin*, 6(3), págs. 1-12. Obtenido de <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2057>
- Bell, D. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *Int J Technol Des Educ*, 26, págs. 61-79. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9300-9>
- Bianco, N., Botta, R., Castro, N., Martínez, S., Pérez, M., Pizarro, R., & Prieto, F. (2018). Enseñanza de la matemática con software Derive. México DF: Díaz Leonora. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/6331/>
- Bonilla, S. (2021). Utilización de Software libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales en estudiantes del tercer semestre, Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (*Tesis de Maestría*). ESPOCH, Riobamba, Chimborazo, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14724>
- Cabo, F., Llamaseres, B., & Peña, T. (2017). Derive: una herramienta para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista electrónica de comunicaciones y trabajos de ASEPUMA*, págs. 1-11. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/26428270_Derive_una_herramienta_para_el_aprendizaje_de_las_matematicas
- Caro, L. (2021). 7 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos. *Lifeder*. Obtenido de <https://www.lifeder.com/tecnicas-instrumentos-recoleccion-datos/>
- Concha, M. (2017). E-learning, educación a distancia y teorías del aprendizaje en el Siglo XXI. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/e-learning-educacion-a-distancia-teorias-aprendizaje-siglo-xxi/>
- Coronel Maji, F., Guilcapi Mosquera, J., & Torres Rodríguez, K. (2018). Uso de Derive y su incidencia en el proceso enseñanza - aprendizaje en el cálculo de gráficas de Transformadas de Fourier en Matemática. *European Scientific Journal*, 14(36), págs. 1-13. Obtenido de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/11596>

- Costa, O., & García, O. (2017). El aprendizaje autorregulado y las estrategias de aprendizaje. *Tendencias Pedagógicas*(30), págs. 117-130. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6164822>
- Drijvers, P. (2015). Digital Technology in Mathematics Education: Why It Works (Or Doesn't). *Cho, S. (eds) Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education. Springer, Cham.* Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6_8
- Espeleta, A., Fonseca, A., & Zamora, W. (2016). *Estrategias didácticas para la enseñanza y el* Texas: Instituto de investigación en educación. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.inie.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/409/1/18.08.01%202354.pdf>
- Espinoza, R. (2020). Estrategias didácticas de matemáticas y aprendizaje significativo según docentes del nivel inicial en la Red 11 Ugel 06 - Ate 2019. *(Tesis de Maestría)*. Universidad César Vallejo.
- Fonseca Castro, J., & Alfaro Carvajal, C. (2018). El cálculo diferencial e integral en una variable en la formación inicial de docentes dematemática en Costa Rica. *Educación*, 42(2), págs. 1-22. Obtenido de <https://doi.org/10.15517/revedu.v42i2.25844>
- Gallardo , P., & Camacho, J. (2016). *La motivación y el aprendizaje en educación*. Wanceulen Editorial. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/33740>
- Gómez Mulet, A. (2017). Una propuesta para la enseñanza de la Derivada basada en el aprendizaje autónomo. *Ingeniería Matemática y Ciencias de la Informática*, 4(8), págs. 19-27. Obtenido de <http://ojs.urepublicana.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/391/355>
- Gomez, C., Hernández , M., & Ramos, R. (2016). Principios epistemológicos para el proceso de enseñanza aprendizaje según el pensamiento complejo de Edgar Morin. *Pueblo Continente*, 27(2), págs. 471-478. Obtenido de <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/view/699>
- Gutierrez, L., Buitrago, M., & Ariza, L. (2017). Identificación de dificultades en el aprendizaje del concepto de la derivada y diseño de un OVA como mediación pedagógica. *Revista*

científica General José María Córdova, 15(20), págs. 137-153. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.21830/19006586.170>

Kemp, J., & Smellie, D. (1993). *Planning, Producing and Using Instructional Technologies*. Obtenido de <https://www.goodreads.com/book/show/2975425-planning-producing-and-using-instructional-technologies>

Mendoza, D., Nieto, Z., & Vergel, M. (2019). Technology and mathematics as a cognitive component. *Journal of Physics: Conference series*, págs. 1-17. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1414/1/012007>

Meroño, L., Calderón, A., & Arias, J. (2021). Pedagogía digital y aprendizaje cooperativo: efecto sobre los conocimientos tecnológicos y pedagógicos del contenido y el rendimiento académico en formación inicial docente. *Revista de Psicodidáctica*, 26(1), págs. 53-61. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1136103420300381>

Morales, L., García, O., Torres, A., & Lebrija, A. (2018). Habilidades Cognitivas a través de la Estrategia de Aprendizaje Cooperativo y Perfeccionamiento Epistemológico en Matemática de Estudiantes de Primer Año de Universidad. *Formación Universitaria*, 11(2), pág. 45/56. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062018000200045&script=sci_arttext&tlng=e

Moreira, P. (2019). Las TIC en el aprendizaje significativo y su rol en el desarrollo cognitivo de los adolescentes. *ReHuSo*, págs. 1-12.

Moreno, G., Martínez, R., Moreno, M., Fernández, M., & Guadalupe, S. (2017). Acercamiento a las Teorías del Aprendizaje en la Educación Superior. *Revista UNIANDES Episteme*, 4(1), págs. 48-57. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1845>

Parra Sandoval, M. (2016). Veinticinco años de Sociología de la educación: viejas y nuevas realidades. *Espacio Abierto*, págs. 38-45. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5759115>

Pico Macías, R., Díaz Silva, F., & Escalona Reyes, M. (2017). ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL APLICANDO EL ASISTENTE

MATEMÁTICO DERIVE. *Tecnología Educativa*, 2(1), 1-8. Obtenido de <http://tecedu.uho.edu.cu/>

Pineda, W., Hernández, C., & Avendaño, W. (2020). Propuesta didáctica para el aprendizaje de la derivada. *Praxis y Saber*, 11, págs. 1-19. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/9845/9372

Quintana Sánchez, D. (2020). Tratamiento didáctico de la Derivada-La aplicación del programa Derive. (*Tesis de Maestría*). Universidad de Piura. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1411/MAE_EDUC_072.pdf;jse

Rosales, J. (2017). Estrategias didácticas. *Universidad autónoma de México*. Obtenido de http://dcb.fi-c.unam.mx/Eventos/Foro4/Memorias/Ponencia_17.pdf.

Ruiz, T., Rodríguez, N., Gallegos, L., & Villacis, J. (2018). Las pruebas objetivas como instrumento de medición de los resultados de aprendizaje. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/06/pruebas-resultados-aprendizaje.html>

Sandí, J., & Cruz, M. (2016). Propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje para innovar la educación superior. *Inter Sedes*, 17(36), págs. 153-189. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/666/66648525006/html/>

Useche, M., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2019). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos* (1 ed.). Universidad de la Guajira: Editorial Gente Nueva. Obtenido de <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/handle/uniguajira/467>

Wenzelburger, E. (1993). *Educación Matemática*. Grupo editorial Iberoamérica. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/vol5-3.pdf>

Yáñez, V., & Narváez, M. (2018). Recurso digital de una estrategia didáctica de enseñanza-aprendizaje de matemática. *3C TIC Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, 7(4). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17993/3ctic.2018.62.98-121>

Zaldivar, A., Tripp, C., Aguilar, J., Tobar, J., & Anguiano, C. (2015). Using Mobile Technologies to Support Learning in Computer Science Students,. *IEEE Latin America Transactions*, 13(1), págs. 377-388. Obtenido de <https://doi.org/10.1109/TLA.2015.7040672>

ANEXOS

ANEXO D: FORMATO DE VALIDACIÓN DE ENCUESTAS PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1. Título

Uso del software Derive como estrategia didáctica en el aprendizaje del Cálculo Diferencial en estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial ESPOCH.

2. Formulación del Problema

¿En qué medida la utilización del software Derive contribuye a mejorar el aprendizaje del Cálculo Diferencial en los alumnos de primer semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo en la asignatura de Análisis Matemático I?

3. Objetivos

Objetivo general:

Uso del software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH

Objetivos específicos:

- Analizar la fundamentación teórica del software Derive y del estudio del cálculo diferencial.
- Determinar que problemas poseen los estudiantes en el estudio de la Derivada y en qué magnitud la utilización del software Derive, mejoraría la capacidad de razonamiento y demostración de la recta tangente a una curva en los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH en el período académico 2022-2S.
- Estructurar una estrategia didáctica que mediante la utilización del software Derive, permita resolver problemas de cálculo diferencial en los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH.
- Aplicar la estrategia didáctica diseñada, para contribuir con la mejora en el aprendizaje de los estudiantes del cálculo diferencial en la asignatura de Análisis Matemático I en la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, período académico 2022-2S, a través de una evaluación.
- Validar la estrategia didáctica diseñada, para contribuir con la mejora en el aprendizaje de los estudiantes del cálculo diferencial en la asignatura de Análisis Matemático I en la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, período académico 2022-2S, a través de una evaluación.

Identificación del experto

Nombre y apellidos	
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	
e-mail	
Teléfono o celular	
Fecha de la validación:	
Firma	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.

FORMULARIO

- En las siguientes páginas usted evalúa el cuestionario para poder validarlo.
- Las preguntas son de escala tipo Likert, (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo) por favor, marque con una X la respuesta escogida

Pregunta N° 1. ¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de Cálculo Diferencial?

a. muy desmotivado; b. Desmotivado; c. Algo motivado; d. Motivado; e. Muy motivado

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 2. ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de Cálculo Diferencial?

a. Totalmente insatisfecho () ; b. Insatisfecho () ; c. Algo satisfecho () ; d. Satisfecho () ; e. Totalmente satisfecho ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 3.- ¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Cálculo Diferencial?

a. Nunca () b. Casi nunca () c. Ocasionalmente () d. Casi Siempre () e. Siempre ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 4.- ¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de Cálculo Diferencial?

a. Nunca () b. Casi nunca () c. Ocasionalmente () d. Casi Siempre () e. Siempre ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 5.- ¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de Cálculo Diferencial es?

a. Muy difícil () b. Difícil () c. Neutral () d. Fácil () e. Muy Fácil ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 6.- ¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver Derivadas es?

a. Muy bajo () b. Bajo () c. Ni bajo ni alto () d. Alto () e. Muy alto ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 7.- ¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver Derivadas es?

a. Muy bajo () b. Bajo () c. Ni bajo ni alto () d. Alto () e. Muy alto ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 8.- ¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje del Cálculo Diferencial?

a. Muy en desacuerdo() b. En desacuerdo() c. Neutral() d. De acuerdo() e. Muy de acuerdo()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 9.- ¿Qué importancia le da a la utilización de un software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del Cálculo Diferencial?

a. Nada importante () b. Poco importante () c. Algo Importante () d. Importante () e. Muy importante ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 10.- ¿Considera usted que la utilización del software Derive permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?

a. Muy en desacuerdo() b. En desacuerdo() c. Neutral() d. De acuerdo() e. Muy de acuerdo ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 11.- ¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de Cálculo Diferencial?

a. Nunca () b. Casi nunca () c. Ocasionalmente () d. Casi Siempre () e. Siempre ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 12.- ¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de Cálculo Diferencial?

a. Computador o Laptop. b. Celular c. Tablet d. Libros digitales e. Ninguno

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 13.- ¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema Cálculo Diferencial?

a. Muy difícil () b. Difícil () c. Neutral () d. Fácil () e. Muy Fácil ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 14.- ¿Qué tipo de dificultades usted presenta en el aprendizaje del Cálculo Diferencial?

a. Análisis () b. Comprensión () c. Concentración () d. Motivación () e. Ninguna ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 15.- ¿En cuáles de los siguientes temas usted presenta dificultad al resolver ejercicios de cálculo Diferencial?

a. Muy difícil () b. Difícil () c. Neutral () d. Fácil () e. Muy Fácil ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 16.- ¿La principal causa de la dificultad de aprendizaje del Cálculo Diferencial, lo atribuye a?

a. Derive; b. Geogebra; c. Octave; d. Wolfram; e. Ninguno

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 17.- ¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema del Cálculo Diferencial son claros y concretos?

a. Nunca () b. Casi nunca () c. Ocasionalmente () d. Casi Siempre () e. Siempre ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 18.- ¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución del Cálculo Diferencial?

a. Nunca () b. Casi nunca () c. Ocasionalmente () d. Casi Siempre () e. Siempre ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 19.- ¿Con qué facilidad aplica los conocimientos del Cálculo Diferencial para su resolución e interpretación de resultados?

a. Muy difícil () b. Difícil () c. Neutral () d. Fácil () e. Muy Fácil ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Pregunta N° 20.- ¿Su nivel de comprensión del tema es?

a. Muy bajo () b. Bajo () c. Ni bajo ni alto () d. Alto () e. Muy alto ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
- Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con las preguntas	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

ANEXO E: VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA POR CADA EXPERTO

- La puntuación va de 1 a 6 («muy en desacuerdo» a «muy de acuerdo»), se asigna el promedio de adecuación y el promedio de pertinencia de cada pregunta del cuestionario.
- Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	JUEZ 1 ¹	JUEZ 2 ¹	JUEZ 3 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	PORCENTAJE	
1	Adecuación	5	5	5	15	5,00	83,33%	SI
	Pertinencia	6	4	5	15	5,00	83,33%	
2	Adecuación	4	5	4	13	4,33	72,22%	SI
	Pertinencia	5	6	6	17	5,67	94,44%	
3	Adecuación	6	5	5	16	5,33	88,89%	SI
	Pertinencia	4	5	5	14	4,67	77,78%	
4	Adecuación	4	6	4	14	4,67	77,78%	SI
	Pertinencia	6	5	6	17	5,67	94,44%	
5	Adecuación	5	6	5	16	5,33	88,89%	SI
	Pertinencia	6	6	6	18	6,00	100,00%	
6	Adecuación	4	5	4	13	4,33	72,22%	SI
	Pertinencia	5	5	5	15	5,00	83,33%	
7	Adecuación	5	4	5	14	4,67	77,78%	SI
	Pertinencia	6	5	5	16	5,33	88,89%	
8	Adecuación	5	6	6	17	5,67	94,44%	SI
	Pertinencia	4	4	4	12	4,00	66,67%	
9	Adecuación	6	6	5	17	5,67	94,44%	SI
	Pertinencia	4	5	6	15	5,00	83,33%	

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						
n.º	Evaluación	JUEZ 1 ¹	JUEZ 2 ¹	JUEZ 3 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	PORCENTAJE	VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
10	Adecuación	6	6	5	17	5,67	94,44%	SI
	Pertinencia	5	5	6	16	5,33	88,89%	
11	Adecuación	4	6	6	16	5,33	88,89%	SI
	Pertinencia	5	4	6	15	5,00	83,33%	
12	Adecuación	4	5	4	13	4,33	72,22%	SI
	Pertinencia	6	4	5	15	5,00	83,33%	
13	Adecuación	5	5	6	16	5,33	88,89%	SI
	Pertinencia	6	6	4	16	5,33	88,89%	
14	Adecuación	5	6	6	17	5,67	94,44%	SI
	Pertinencia	4	6	5	15	5,00	83,33%	
15	Adecuación	6	4	6	16	5,33	88,89%	SI
	Pertinencia	5	6	5	16	5,33	88,89%	
16	Adecuación	4	4	6	14	4,67	77,78%	SI
	Pertinencia	6	5	4	15	5,00	83,33%	
17	Adecuación	5	6	5	16	5,33	88,89%	SI
	Pertinencia	4	5	6	15	5,00	83,33%	
18	Adecuación	4	4	5	13	4,33	72,22%	SI
	Pertinencia	5	5	4	14	4,67	77,78%	
19	Adecuación	5	4	5	14	4,67	77,78%	SI
	Pertinencia	4	6	6	16	5,33	88,89%	
20	Adecuación	5	5	5	15	5,00	83,33%	SI
	Pertinencia	6	4	4	14	4,67	77,78%	
TOTAL ADECUACIÓN						5,05	84,16%	SI

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS						
n.º	Evaluación	JUEZ 1'	JUEZ 2'	JUEZ 3'	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	PORCENTAJE	VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
TOTAL PERTINENCIA						5,00	83,33%	

Valoración general del cuestionario

Por favor, responda SI o NO a las siguientes preguntas:

	JUEZ 1	JUEZ 2	JUEZ 3
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente (ver Anexo A)	SI	SI	SI
El número de preguntas del cuestionario es excesivo	NO	NO	NO
Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)	NO	NO	NO

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestado:	
N.º de la(s) pregunta(s)	
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

**ANEXO F: ENCUESTA APLICADA A LOS ESTUDIANTES DEL PRIMER SEMESTRE
DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA ESPOCH**

OBJETIVO: Uso del software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH.

INSTRUCCIONES:

Estimado/a estudiante, le solicito comedidamente se sirva disponer de unos minutos para contestar la presente encuesta con veracidad, ya que la información obtenida será utilizada únicamente con propósitos de investigación.

DATOS GENERALES:

1. Sexo: Masculino () Femenino ()
2. Edad: _____

CUESTIONARIO:

1. ¿Qué tan motivado se siente usted por aprender el tema de Cálculo Diferencial?

- a. Muy desmotivado
- b. Desmotivado
- c. Algo motivado
- d. Motivado
- e. Muy Motivado

2. ¿Qué tan satisfecho se encuentra usted con la metodología utilizada en el tema de Cálculo Diferencial?

- a. Totalmente insatisfecho
- b. Insatisfecho
- c. Algo satisfecho
- d. Satisfecho
- e. Totalmente Satisfecho

3. ¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Cálculo Diferencial?

- a. Nunca
- b. Casi nunca
- c. Ocasionalmente
- d. Casi Siempre
- e. Siempre

4. ¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de Cálculo Diferencial?

- a. Nunca
- b. Casi nunca
- c. Ocasionalmente
- d. Casi Siempre
- e. Siempre

5. ¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje del tema de Cálculo Diferencial es?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Neutral
- d. Fácil
- e. Muy Fácil

6. ¿Su nivel de conocimiento sobre las características del software utilizado para resolver Derivadas es?

- a. Muy bajo
- b. Bajo
- c. Ni bajo ni alto
- d. Alto
- e. Muy alto

7. ¿Su nivel de manejo y utilización del software utilizado para resolver Derivadas es?

- a. Muy bajo
- b. Bajo
- c. Ni bajo ni alto
- d. Alto
- e. Muy alto

- 8. ¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje del Cálculo Diferencial?**
- a. Muy en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Neutral
 - d. De acuerdo
 - e. Muy de acuerdo
- 9. ¿Qué importancia le da a la utilización de un software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del Cálculo Diferencial?**
- a. Nada importante
 - b. Poco importante
 - c. Algo Importante
 - d. Importante
 - e. Muy importante
- 10. ¿Considera usted que la utilización del software Derive permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?**
- a. Muy en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Neutral
 - d. De acuerdo
 - e. Muy de acuerdo
- 11. ¿Con qué frecuencia le gustaría utilizar un software para el aprendizaje de Cálculo Diferencial?**
- a. Nunca
 - b. Casi nunca
 - c. Ocasionalmente
 - d. Casi Siempre
 - e. Siempre

12. ¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de Cálculo Diferencial?

- a. Computador o Laptop
- b. Celular
- c. Tablet
- d. Libros digitales
- e. Ninguno

13. ¿Cómo le resulta a usted el aprendizaje del tema Cálculo Diferencial?

- a. muy difícil
- b. Difícil
- c. Neutral
- d. Fácil
- e. Muy fácil

14. ¿Qué tipo de dificultades usted presenta en el aprendizaje del Cálculo Diferencial?

- a. Análisis
- b. Comprensión
- c. Concentración
- d. Motivación
- e. Ninguna

15. ¿En cuáles de los siguientes temas usted presenta dificultad al resolver ejercicios de cálculo Diferencial?

- a. Conceptos y definiciones.
- b. Resolución de problemas referentes a la derivada de funciones.
- c. Aplicación de reglas básicas.
- d. Gráficas de funciones
- e. Interpretación de resultados.

16. ¿La principal causa de la dificultad de aprendizaje del Cálculo Diferencial, lo atribuye a?

- f. Insuficientes conocimientos previos
- g. No le gusta el método de enseñanza del docente
- h. No existe el tiempo necesario en clase, por tanto, no se realizan ejercicios suficientes
- i. No se utilizan estrategias didácticas que motiven el aprendizaje
- j. No le gusta la materia

17. ¿Considera usted que los conceptos y definiciones en el tema del Cálculo Diferencial son claros y concretos?

- a. Nunca
- b. Casi nunca
- c. Ocasionalmente
- d. Casi Siempre
- e. Siempre

18. ¿Con qué frecuencia usted revisa los conceptos y métodos de resolución del Cálculo Diferencial?

- a. Nunca
- b. Casi nunca
- c. Ocasionalmente
- d. Casi Siempre
- e. Siempre

19. ¿Con qué facilidad aplica los conocimientos del Cálculo Diferencial para su resolución e interpretación de resultados?

- a. Muy difícil
- b. Difícil
- c. Neutral
- d. Fácil
- e. Muy Fácil

20. ¿Su nivel de comprensión del tema es?

- a. Muy bajo
- b. Bajo
- c. Ni bajo ni alto
- d. Alto
- e. Muy alto

Muchas gracias por su colaboración

ANEXO D: FORMATO DE VALIDACIÓN DE LA PRUEBA OBJETIVA

1. Título

Uso del software Derive como estrategia didáctica en el aprendizaje del Cálculo Diferencial en estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial ESPOCH.

2. Formulación del Problema

¿En qué medida la utilización del software Derive contribuye a mejorar el aprendizaje del Cálculo Diferencial en los alumnos de primer semestre de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo en la asignatura de Análisis Matemático I?

3. Objetivos

Objetivo general:

Uso del software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH

Objetivos específicos:

- Analizar la fundamentación teórica del software Derive y del estudio del cálculo diferencial.
- Determinar que problemas poseen los estudiantes en el estudio de la Derivada y en qué magnitud la utilización del software Derive, mejoraría la capacidad de razonamiento y demostración de la recta tangente a una curva en los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH en el período académico 2022-2S.
- Estructurar una estrategia didáctica que mediante la utilización del software Derive, permita resolver problemas de cálculo diferencial en los estudiantes de la asignatura de Análisis Matemático I de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH.
- Aplicar la estrategia didáctica diseñada, para contribuir con la mejora en el aprendizaje de los estudiantes del cálculo diferencial en la asignatura de Análisis Matemático I en la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, período académico 2022-2S, a través de una evaluación.
- Validar la estrategia didáctica diseñada, para contribuir con la mejora en el aprendizaje de los estudiantes del cálculo diferencial en la asignatura de Análisis Matemático I en la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH, período académico 2022-2S, a través de una evaluación.

FORMULARIO

En las siguientes páginas usted evalúa la prueba objetiva para poder validarla.

Las respuestas de las escalas tipo Likert, por favor, marque con una X la respuesta escogida.

A. PREGUNTAS DE VERDADERO (A) O FALSO (F)

Pregunta N° 1.-

Si $f(x) = x^2 - 2x + 5$; entonces: $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = 2x$ ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 2.-

Dado $y = x^2 - 2^x + \sqrt{x} - \ln x + 2$; entonces $\frac{dy}{dx} = 2x - 2^x + \frac{1}{\sqrt{x}} - \frac{1}{x}$ ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 3.-

Dado la curva $f(x) = e^x$; la pendiente de la recta tangente a dicha curva en $x = 0$ es " 1 " ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes	Grado de acuerdo
---	------------------

afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)						
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 4.-

Si $y = x^2 - x^{-2}$; entonces: $x^4 y'' + x^3 y' - 4x^4 = 8$ ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 5.-

Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: la función; $f(x)$ es una constante. ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 6.-

Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: su derivada es $f'(x) = 0$ ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 7.-

Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: su derivada es $f'(x) = \frac{7}{3}$ ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 8.-

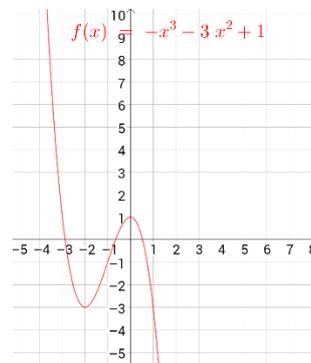
Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: su segunda derivada es $f''(x) = 0$ ()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 9.-

En el siguiente gráfico:



El punto de inflexión es $P(-1, -1)$

)

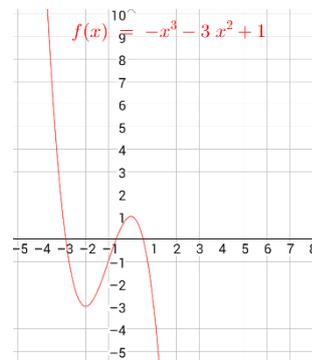
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1

Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 10.-

El siguiente gráfico:



Es convexo (U) en $(-\infty, -1)$

()

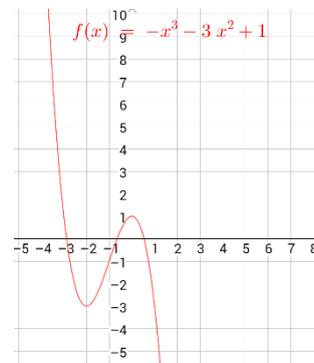
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1

Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 11.-

En el siguiente gráfico:



El punto mínimo es: $Q(-2, -3)$

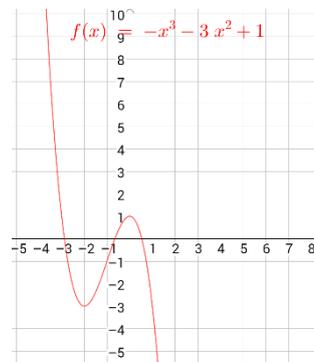
()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 12.-

El siguiente gráfico:



Es decreciente en: $\langle -2, 0 \rangle$

()

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

B. PREGUNTAS DE OPCIÓN MÚLTIPLE

Pregunta N° 13.-

Dado $f(x) = x^m + nx^2$, $m > 0$, $n > 0$ y, además $f'(1) = 12$; $f''(1) = 20$. Hallar: $\frac{m}{n}$

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 7
- e) 5

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						

Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						
---	--	--	--	--	--	--

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 14.-

Hallar $\frac{dy}{dx}$ evaluado para $x=0, y=0$; $e^y - e^{-x} = e^x + e^{-y} + t^2$

- a) 4
- b) 3
- c) 0
- d) 2
- e) 1

Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						
- Las opciones de respuesta son adecuadas						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

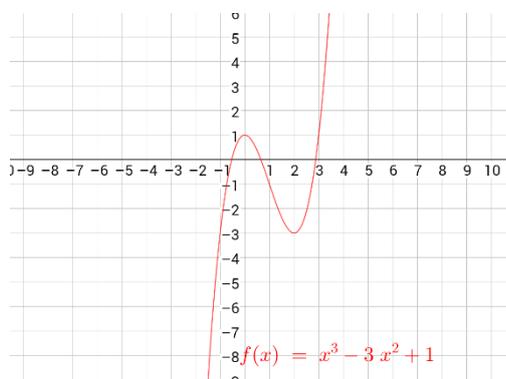
Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 15.-

Si “M” y “m” son los valores máximos y mínimos relativos de la función $f(x) = x^3 - 3x^2 + 1$

Calcular: $M - n$

- a) 4
- b) 5
- c) 8
- d) 10
- e) 6



Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = en desacuerdo más que en acuerdo; 4 = de acuerdo más que en desacuerdo; 5 = de acuerdo; 6 = muy de acuerdo)	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a evaluar):						
- La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del evaluado)						

- Las opciones de respuesta son adecuadas						
PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Es pertinente para lograr los objetivos de la investigación						

Observaciones y recomendaciones en relación con la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Valoración general de la prueba objetiva.

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:

	SI	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los evaluados puedan responderlo adecuadamente (ver Anexo G)		
El número de preguntas de la prueba objetiva es excesivo		
Las preguntas constituyen un riesgo para el evaluado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el evaluado:	
N.º de la(s) pregunta(s)	
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o	

supresión)	
------------	--

	Evaluación general de la prueba objetiva			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido de la prueba objetiva				

Observaciones y recomendaciones en general de la prueba objetiva:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Identificación del experto

Nombre y apellidos	
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	
e-mail	
Teléfono o celular	
Fecha de la validación (día, mes y año):	
Firma	

--	--

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación de este cuestionario.

ANEXO E: VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LA PRUEBA OBJETIVA POR EXPERTO

- La puntuación va de 1 a 6 («muy en desacuerdo» a «muy de acuerdo»), se asigna el promedio de adecuación y el promedio de pertinencia de cada pregunta de la prueba objetiva.
- Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS							VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	5 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
1	Adecuación								
	Pertinencia								
2	Adecuación								
	Pertinencia								
3	Adecuación								
	Pertinencia								
4	Adecuación								
	Pertinencia								
5	Adecuación								
	Pertinencia								
6	Adecuación								
	Pertinencia								
7	Adecuación								
	Pertinencia								
8	Adecuación								
	Pertinencia								
9	Adecuación								
	Pertinencia								
10	Adecuación								
	Pertinencia								
11	Adecuación								
	Pertinencia								

PREGUNTA		PUNTUACIÓN EXPERTOS							VALIDACIÓN ² pregunta (SÍ/NO)
n.º	Evaluación	1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	5 ¹	SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	
12	Adecuación								
	Pertinencia								
13	Adecuación								
	Pertinencia								
14	Adecuación								
	Pertinencia								
	Pertinencia								
15	Adecuación								
	Pertinencia								
	Pertinencia								
TOTAL ADECUACIÓN									
TOTAL PERTINENCIA									

ANEXO F: PRUEBA OBJETIVA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CALIFICACIÓN

PRUEBA OBJETIVA

UNIDAD ACADÉMICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	ASIGNATURA ANÁLISIS MATEMÁTICO I	PERÍODO ACADÉMICO 2022-2S
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	NOMBRE DEL DOCENTE Ing. Jorge Carrasco	FECHA:

1. OBJETIVO:

Uso del software Derive como estrategia didáctica para el aprendizaje del cálculo diferencial en los estudiantes del primer semestre, Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH.

2. INSTRUCCIONES:

- Lea detenidamente cada pregunta.
- Evite tachones, borrones y/o enmendaduras durante el desarrollo de cada ejercicio.
- La respuesta debe estar sustentada de forma clara en la hoja de papel.
- La duración del examen es de 120 minutos.

3. CUESTIONARIO

A. PREGUNTAS DE VERDADERO O FALSO.

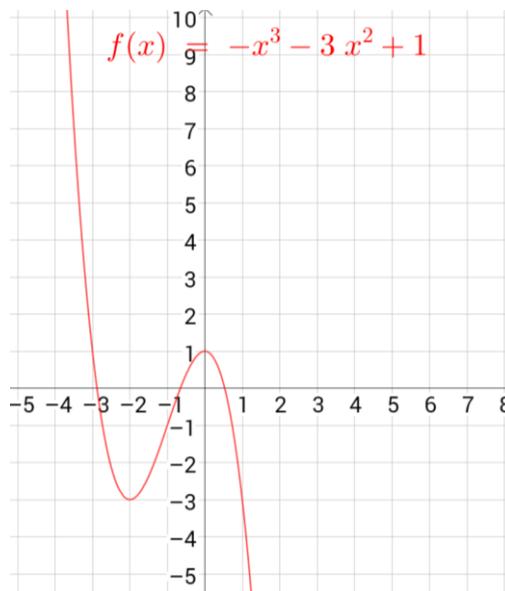
1. Si $f(x) = x^2 - 2x + 5$; entonces: $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} = 2x$ ()
)
2. Dado $y = x^2 - 2^x + \sqrt{x} - \ln x + 2$; entonces $\frac{dy}{dx} = 2x - 2^x + \frac{1}{\sqrt{x}} - \frac{1}{x}$ ()
3. Dado la curva $f(x) = e^x$; la pendiente de la recta tangente a dicha curva en $x = 0$ es "1" ()
)
4. Si $y = x^2 - x^{-2}$; entonces: $x^4 y'' + x^3 y' - 4x^4 = 8$ ()
)
5. Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: la función; $f(x)$ es una constante. ()
)

6. Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: su derivada es $f'(x) = 0$ ()

7. Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: su derivada es $f'(x) = \frac{7}{3}$ ()

8. Dado la función; $f(x) = \frac{\ln x^7}{\ln x^3}$, se puede deducir que: su segunda derivada es $f''(x) = 0$ ()

En el siguiente gráfico:



9. El punto de inflexión $P(-1, -1)$ ()

10. Convexa (U) en $\langle -\infty, -1 \rangle$ ()

11. Punto mínimo $Q(-2, -3)$ ()

12. Decreciente en $\langle -2, 0 \rangle$ ()

B. Preguntas de opción múltiple

13. Dado $f(x) = x^m + nx^2, m > 0, n > 0$ y, además $f'(1) = 12; f''(1) = 20$. Hallar: $\frac{m}{n}$

- f) 1
- g) 2
- h) 4
- i) 7
- j) 5

14. Hallar $\frac{dy}{dx}$ evaluado para $x=0, y=0; e^y - e^{-x} = e^x + e^{-y} + t^2$

- f) 4
- g) 3
- h) 0
- i) 2
- j) 1

15. Si “M” y “m” son los valores máximos y mínimos relativos de la función $f(x) = x^3 - 3x^2 + 1$

Calcular: $M - m$

- f) 4
- g) 5
- h) 8
- i) 10
- j) 6

