



**Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al proceso de enseñanza  
aprendizaje del cálculo diferencial e integral**

Caiza Guachi, Lisbeth Adriana y Puco Almeida, Aldair Ismael

Departamento de Ciencias de la Computación

Carrera en Ingeniería en Tecnologías de la Información

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería en Tecnologías  
de la Información

Msc. Andrade Salazar, Milton Temistocles

29 de julio de 2022

## Reporte de Verificación de Contenido



Identical Words	814
Words with Minor Changes	606
Paraphrased Words	457
Omitted Words	0



Firma:



Firmado electrónicamente por:  
MILTON  
TEMISTOCLES  
ANDRADE SALAZAR

**Msc. Andrade Salazar, Milton Temistocles**

**DIRECTOR**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de integración curricular, **“LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN APLICADAS AL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL”** fue realizado por los señores **Caiza Guachi, Lisbeth Adriana y Puco Almeida, Aldair Ismael** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

**Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 de julio del 2022**

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
MILTON  
TEMISTOCLES  
ANDRADE SALAZAR

**Msc. Andrade Salazar, Milton Temistocles**

C. C.: 1708694219



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Nosotros, **Caiza Guachi, Lisbeth Adriana y Pucó Almeida, Aldair Ismael**, con cédulas de ciudadanía N° **1719572990** y N° **2300571995**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN APLICADAS AL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 julio de 2022**

Firmas:

.....  
**Caiza Guachi, Lisbeth Adriana**

C.C.: 1719572990

.....  
**Pucó Almeida, Aldair Ismael**

C.C.: 2300571995



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Nosotros **Caiza Guachi, Lisbeth Adriana y Puco Almeida, Aldair Ismael**, con cédulas de ciudadanía N° **1719572990** y N° **2300571995**, autorizo/autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN APLICADAS AL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

**Santo Domingo de los Tsáchilas, 29 julio de 2022**

Firmas

.....  
**Caiza Guachi, Lisbeth Adriana**

C.C.: 1719572990

.....  
**Puco Almeida, Aldair Ismael**

C.C.: 2300571995

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mis padres Martha Guachi y German Caiza quienes estuvieron en todo momento apoyándome en cada uno de mis días dándome todo su amor y comprensión. Por hacerme comprender que todo con esfuerzo y dedicación puede llegar a cumplirse.

A mi hermano Bryan Caiza que a pesar de la distancia ha estado siempre ahí para ayudarme en cualquier dificultad y me ha dado sus consejos. A mi hermano pequeño Adrián Caiza por sacarme muchas sonrisas.

A mi familia por estar siempre al pendiente y creer en mí.

Lisbeth A. Caiza G.

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar este proyecto al yo del pasado que no se creía capaz de haber logrado las metas que se propuso, demostrando así que con el esfuerzo y dedicación todo es posible de alcanzar.

Aldair I. Pucó A.

### **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por haberme bendecido y guiado en todo mi camino.

A los docentes y compañeros de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, con quienes se compartieron grandes momentos durante toda la carrera.

Agradecer a Andrés Chicaiza por ser un apoyo fundamental en todo momento y acompañarme durante los momentos difíciles.

A mi familia y amigos en general que formaron parte de todo este proceso académico.

Lisbeth A. Caiza G.



## **Agradecimientos**

Agradezco a todas aquellas personas que han formado parte de mi a lo largo de esta carrera universitaria, dándome su apoyo, ideales y amor.

Agradecer a mi compañera de tesis Lisbeth Caiza por todo el apoyo que fue desarrollar esta tesis, a mis compañeros Kevin Monteros y Jhoseph Molina por ser unos compañeros y amigos excelentes, apoyándome en todo.

También agradecer a una gran persona, Solange Chicaiza por ser un pilar fundamental en el progreso de toda mi carrera y de mi crecimiento como persona.

Por último, a mi familia, mis padres Ruth Almeida y Luis Puco por apoyarme siempre en todo y a mi hermano Diego Puco por seguirme motivando a nunca rendirme.

Aldair I. Puco A.

## Índice de contenido

Carátula.....	1
Reporte de Verificación de Contenido .....	2
Certificado del Director.....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimientos .....	8
Índice de contenido.....	10
Índice de Figuras .....	13
Índice de Tablas .....	16
Resumen.....	17
Abstract.....	18
Introducción.....	19
Capítulo I: Preliminares .....	22
Identificación del problema .....	22
Objetivos .....	27
Objetivo General .....	27
Objetivos Específicos.....	27
Justificación .....	27
Capítulo 2 Marco Teórico .....	30

	11
Estado del Arte.....	30
Bases Teóricas .....	32
Tecnologías de la Información en la Educación .....	32
Teorías del Aprendizaje y el Software Educativo .....	33
Diseño Instruccional.....	34
Herramientas TIC en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Matemática .....	36
Comparación de las Herramientas de Desarrollo para Software Matemático.....	40
Cálculo .....	43
Descripción de la Metodología.....	45
Metodologías Tradicionales.....	45
Metodologías Agiles.....	46
SCRUM .....	49
Descripciones de las Herramientas para el Desarrollo.....	50
Python .....	50
Librerías de Python.....	51
Capítulo 3 Metodología .....	53
Metodología SCRUM.....	53
Análisis y requerimientos .....	53
Definición de Roles del Proyecto .....	55
Planificación del Product Backlog.....	56
Planificación de sprint .....	58

	12
Implementación .....	66
Revisión y Retrospectiva.....	73
Capítulo 4 Caso de estudio .....	97
Aplicación del sistema .....	97
Instalación del sistema.....	97
Proceso de uso del sistema .....	100
Recolección de datos .....	107
Análisis de resultados.....	108
Pruebas de funcionalidad con el usuario .....	108
Pruebas de satisfacción del usuario .....	112
Trabajos futuros .....	116
Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones .....	118
Conclusiones.....	118
Recomendaciones.....	119

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Punto tangente de la curva</i> .....	44
<b>Figura 2</b> <i>Aproximación del área por sumas de Riemann</i> .....	45
<b>Figura 3</b> <i>Gráfica de tiempo del Sprint 1</i> .....	61
<b>Figura 4</b> <i>Gráfica de tiempo del sprint 2</i> .....	63
<b>Figura 5</b> <i>Gráfica de tiempo del Sprint 3</i> .....	66
<b>Figura 6</b> <i>Interfaz gráfica de Qt Designer</i> .....	67
<b>Figura 7</b> <i>Interfaz de sprint 2 de calculadora</i> .....	69
<b>Figura 8</b> <i>Interfaz de sección de derivadas</i> .....	70
<b>Figura 9</b> <i>Interfaz de la sección integrales</i> .....	71
<b>Figura 10</b> <i>Interfaz de la sección Manual</i> .....	72
<b>Figura 11</b> <i>Interfaz de la sección de inicio</i> .....	73
<b>Figura 12</b> <i>Revisión y retrospectiva del Sprint 1</i> .....	76
<b>Figura 13</b> <i>Revisión y retrospectiva del Sprint 2</i> .....	77
<b>Figura 14</b> <i>Revisión y retrospectiva del Sprint 3</i> .....	78
<b>Figura 15</b> <i>Pruebas unitarias del aplicativo</i> .....	86
<b>Figura 16</b> <i>Reporte de prueba unitaria – Sección Calculadora</i> .....	87
<b>Figura 17</b> <i>Reporte de prueba unitaria – Sección Derivadas</i> .....	88
<b>Figura 18</b> <i>Reporte de prueba unitaria – Sección Integrales</i> .....	88
<b>Figura 19</b> <i>Reporte de prueba unitaria – Sección Manual</i> .....	89
<b>Figura 20</b> <i>Reporte de prueba unitaria – Función Derivada</i> .....	89
<b>Figura 21</b> <i>Reporte de prueba unitaria – Función Integral Indefinida</i> .....	90
<b>Figura 22</b> <i>Reporte de prueba unitaria – Función Integral Definida</i> .....	90
<b>Figura 23</b> <i>Versiones del desarrollo del aplicativo</i> .....	91
<b>Figura 24</b> <i>Comprobación de sprint 1 y sprint 2 con versión 2.1</i> .....	93
<b>Figura 25</b> <i>Comprobación de sprint 2 y sprint 3 con versión 3.1</i> .....	95

<b>Figura 26</b> <i>Comprobación final de todo el proyecto</i> .....	95
<b>Figura 27</b> <i>Sitio para descargar aplicativo</i> .....	98
<b>Figura 28</b> <i>Mensaje de Windows protegió su PC</i> .....	99
<b>Figura 29</b> <i>Ventanas de instalación del aplicativo</i> .....	99
<b>Figura 30</b> <i>Icono de "CalculadoraESPE"</i> .....	100
<b>Figura 31</b> <i>Interfaz de sección de inicio</i> .....	101
<b>Figura 32</b> <i>Interfaz de la sección derivada e integral representando acción de formulario</i> .....	102
<b>Figura 33</b> <i>Interfaz de la sección manual</i> .....	103
<b>Figura 34</b> <i>Símbolos para la funcionalidad de derivadas e integrales</i> .....	104
<b>Figura 35</b> <i>Resultado y grafica de la función derivada</i> .....	105
<b>Figura 36</b> <i>Resultado y grafica de la función integral indefinida</i> .....	106
<b>Figura 37</b> <i>Muestra de resultado de integral definida</i> .....	107
<b>Figura 38</b> <i>Resultado de la primera pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario</i> .....	108
<b>Figura 39</b> <i>Resultado de la segunda pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario</i> .....	109
<b>Figura 40</b> <i>Resultado de la tercera pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario</i> .....	110
<b>Figura 41</b> <i>Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario</i> .....	111
<b>Figura 42</b> <i>Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario</i> .....	112
<b>Figura 43</b> <i>Resultado de la pregunta sobre atractivo a las interfaces del aplicativo</i> .....	113
<b>Figura 44</b> <i>Resultado de la calidad secciones de integrales y derivadas del aplicativo</i>	114
<b>Figura 45</b> <i>Resultado de la dificultad de ingreso de funciones del aplicativo</i> .....	114

**Figura 46** *Resultados de dificultad de interpretación de resultados del aplicativo.....*115

**Figura 47** *Resultado de satisfacción del aplicativo .....*116

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Comparación de software de desarrollo matemático</i> .....	40
<b>Tabla 2</b> <i>Metodologías ágiles más populares</i> .....	46
<b>Tabla 3</b> <i>Requerimientos funcionales</i> .....	53
<b>Tabla 4</b> <i>Requerimientos no funcionales</i> .....	54
<b>Tabla 5</b> <i>Roles del proyecto</i> .....	56
<b>Tabla 6</b> <i>Product Backlong</i> .....	57
<b>Tabla 7</b> <i>Duración del Sprint Length</i> .....	58
<b>Tabla 8</b> <i>Equipo de desarrollo</i> .....	58
<b>Tabla 9</b> <i>Planificación del sprint 1</i> .....	59
<b>Tabla 10</b> <i>Planificación del sprint 2</i> .....	62
<b>Tabla 11</b> <i>Planificación del sprint 3</i> .....	64
<b>Tabla 12</b> <i>Reunión del Sprint Review 1</i> .....	74
<b>Tabla 13</b> <i>Reunión del Sprint Review 2</i> .....	74
<b>Tabla 14</b> <i>Reunión del Sprint Review 3</i> .....	75
<b>Tabla 15</b> <i>Comparación de las herramientas de sprint 1</i> .....	79
<b>Tabla 16</b> <i>Prueba unitaria de componente de sprint 1</i> .....	81
<b>Tabla 17</b> <i>Prueba unitaria de componente de sprint 2</i> .....	81
<b>Tabla 18</b> <i>Prueba unitaria de componente de sprint 3</i> .....	84
<b>Tabla 19</b> <i>Interacción de Sprint 1 con Sprint 2</i> .....	92
<b>Tabla 20</b> <i>Interacción de Sprint 2 con Sprint 3</i> .....	93



## Resumen

En la actualidad existen grandes cantidades de software educativos que permiten al estudiante obtener los enfoques didácticos adecuados para su proceso enseñanza aprendizaje, esto se debe a la incorporación de las TIC en cualquier nivel de estudio; lo que permite al docente brindar nuevas capacidades tecnológicas por medio del uso de herramientas en su materia. En este proyecto se presenta el desarrollo e implementación de un aplicativo para los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo el cual tiene como objetivo contribuir en el proceso de adquisición de conocimientos en la materia de Cálculo Diferencial e Integral. Para el desarrollo del proyecto se empleó el marco de trabajo ágil SCRUM, en el cual se efectuó la creación de tres sprint con el objetivo de cumplir todos los requerimientos dados por el Product Owner, en donde se revisaron los entregables según el avance del proyecto. El aplicativo fue desarrollado bajo el lenguaje de programación Python, en el cual se utilizó las librerías de PyQt5 para la realización de su interfaz y SymPy para la lógica matemática. Por medio de las pruebas de funcionalidad y satisfacción con el usuario se pudo conocer que el aplicativo cumple con los requerimientos planteados inicialmente, además de ser aceptado por la mayoría de los usuarios que lo emplearon. Como producto final se obtuvo un aplicativo que complació a los estudiantes en su proceso de enseñanza aprendizaje, considerando la existencia de una brecha para la mejora del aplicativo relacionados a aspectos técnicos y de usabilidad.

**Palabras claves:** TIC, Cálculo diferencial e integral, SCRUM y Python.

### **Abstract**

Currently there are large amounts of educational software that allow students to obtain the appropriate didactic approaches for their teaching and learning process, this is due to the incorporation of ICT at any level of study, which allows the teacher to provide new technological capabilities through the use of tools in their subject. This project presents the development and implementation of an application for students of the University of the Armed Forces ESPE, Santo Domingo, which aims to contribute to the process of acquiring knowledge in the subject of Differential and Integral Calculus. For the development of the project the agile SCRUM framework was used, in which the creation of three sprints was carried out with the objective of fulfilling all the requirements given by the Product Owner, where the deliverables were reviewed according to the progress of the project. The application was developed under the Python programming language, in which the PyQt5 libraries were used to create its interface and SymPy for the mathematical logic. Functionality and user satisfaction tests showed that the application complies with the initial requirements and was accepted by most of the users who used it. As a final product we obtained an application that pleased the students in their teaching and learning process, considering the existence of a gap for the improvement of the application related to technical and usability aspects.

**Keywords:** ICT, Differential and integral calculus, SCRUM and PYTHON

## Introducción

A lo largo de los años se ha venido observando que las matemáticas son una materia que se visualiza en toda el área educativa, comenzando desde la educación básica hasta los niveles de posgrados. El cálculo es uno de los cursos fundamentales de las matemáticas más importante, este tema es de vital relevancia para el éxito de cualquier campo de la ciencia y la ingeniería, incluida las tecnologías de la información.

El Cálculo Diferencial e Integral permite a un estudiante desarrollar un pensamiento sistemático, lógico y heurístico a través de la resolución de problemáticas, estos tipos de problemas cuentan con un procedimiento mecánico que el estudiante realiza diariamente, es por ello que gracias a la inclusión de recursos TI les permite centrarse plenamente en los resultados y llevar un análisis, control y evaluación de los mismos. “Debe destacarse que existe una gran variedad de software que ofrecen no solo la posibilidad de desarrollar problemas matemáticos, sino también útiles como recursos del docente para la comprobación y evaluación de procedimientos y demostraciones en clases” (Durán Pico & Rodríguez Alava, 2018, p. 3).

La aplicación de la tecnología como herramienta o apoyo para conectarse con otros permite a los estudiantes tomar un papel activo en su aprendizaje en lugar de ser receptores pasivos del conocimiento de un instructor, un libro de texto o una transmisión. Muchos educadores de matemáticas creen que la tecnología informática tiene la capacidad de demostrar conceptos y proporcionar un enriquecimiento más allá de lo que los profesores pueden proporcionar. La tecnología informática también anima a los estudiantes a considerar activamente el material, a tomar decisiones y a realizar habilidades que a menudo se enseñan en las clases dirigidas por el docente.

En varios contextos educativos, la tecnología se ha ido desarrollando y perfeccionando para mejorar la eficiencia de la educación, así como una máquina que puede ayudar a los estudiantes a aprender de manera más eficaz. Las computadoras tienen la capacidad de crear

un entorno de aprendizaje más atractivo y creativo. En el mercado actual, hay muchos tipos de software educativos. Se incluyen en esta categoría los programas de aprendizaje y práctica, los tutoriales, las simulaciones, los ejercicios complementarios, la programación, el desarrollo de bases de datos y otras aplicaciones (K.S. et al., 2021). Cuando la tecnología y los enfoques didácticos adecuados se integran en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, tanto los dominios cognitivos como los afectivos pueden mejorar en beneficio de los estudiantes. Se han realizado muchos estudios sobre el uso de la tecnología informática en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. La mayoría de estos estudios utilizaron software matemático como Maple, Mathematica, Geometer's Sketchpad, Matlab, Derive, y dispositivos de mano como calculadoras gráficas.

Es por ello se desarrolló un aplicativo para los estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo en donde permite al estudiante, realizar derivadas, integrales y graficas de los ejercicios propuestos. De esta manera el estudiante podrá realizar una comparativa de la respuesta arrojada del aplicativo con la efectuada manualmente, logrando así con el objetivo de brindar un buen proceso de aprendizaje en la materia de Calculo Diferencial e Integral.

En el presente documento se encuentra estructurado por la composición de cinco capítulos y su bibliografía. Dentro del primer capítulo se describen los preliminares del proyecto, esto incluye la identificación de problema, objetivos y justificación. En el segundo capítulo se observa el marco teórico, el cual se encuentra compuesto por el estado del arte y bases teóricas. El tercer capítulo abarca la metodología de desarrollo del aplicativo, realizada bajo la metodología SCRUM, en donde se efectúa en cada uno de sus etapas. En cuanto al cuarto capítulo se observa el caso de estudio que cuenta con los procesos de aplicación, instalación del aplicativo, proceso de uso del sistema, recolección de datos, análisis de

resultados y trabajos futuros. Por último, en el quinto capítulo se observan las conclusiones y recomendaciones.

## Capítulo I: Preliminares

### Identificación del problema

En Ecuador, existe un gran porcentaje de estudiantes que culminan el bachillerato con varios problemas relacionados a las asignaturas de matemática y física, es por ello que, cuando ingresan a los primeros niveles de universidad tienen un bajo rendimiento académico; dentro de los factores que influyen están el cambio de cultura de ir del colegio a la universidad, colegios que son reconocidos por un nivel académico bajo, entre otros.

El proceso educativo que se ejecuta en los colegios influye de manera especial en la adquisición de conocimientos, comportamiento y disciplina de los estudiantes; pero en algunos colegios especialmente de las zonas rurales no se consigue este cometido, haciendo que los estudiantes tengan muchos vacíos en las diferentes materias y especialmente en las del área de matemática. A estos problemas se suma el hecho de que hay colegios que no tienen los recursos económicos y humanos para ejecutar de manera óptima el proceso de enseñanza aprendizaje.

No todos los estudiantes tienen el apoyo familiar en sus hogares a la hora de solucionar inquietudes o problemas que surgen en el salón de clases. Algunos de ellos viven solos o con sus familiares que no poseen un alto nivel de estudio e incluso en algunos casos carecen de él, dificultando la ayuda que debería tener éste, para la comprensión de la temática abordada, quedando así, con más dudas que certezas. Son varios los problemas a los que se ven enfrentados los estudiantes para poder ejercer a cabalidad su actividad como aprendices, entre ellos también se puede citar el aspecto económico, familiar, cultural, social, entre otros.

“Los bachilleres y estudiantes de último año de secundaria que estén interesados en estudiar una carrera universitaria en una institución pública deben rendir el nuevo TRANSFORMAR” (Ecuadorec, n.d.). Examen en el que no todos pueden capacitarse de la forma correcta y por consiguiente no obtienen el puntaje necesario para la postulación de su

carrera preseleccionada; como consecuencia de aquello los estudiantes se ven en la necesidad de cursar carreras que no son de su agrado, y que en lo posterior se tiene como resultado una alta tasa de deserción y repitencia estudiantil en las universidades.

Estudios como los de Rojas (2014) indican que existe un mayor índice de reprobación en las carreras que en los primeros niveles de su plan de estudio cuentan con materias en donde se necesita un alto razonamiento cuantitativo. Además de señalar que es común encontrar estudiantes que eligen su carrera en base a la existencia o no del componente matemático en su malla curricular.

Uno de los problemas que se evidencia en los estudiantes del primer nivel de carreras técnicas, es el bajo rendimiento académico en el área de matemática, específicamente en la materia de Cálculo Diferencial e Integral, esto se demuestra a través de las calificaciones registradas durante cualquier periodo académico. Además, existen estadísticas proporcionadas por la SENESCYT, y refleja que el 26% de los estudiantes inscritos en universidades públicas y privadas abandonan su carrera en los primeros niveles (Torres, 2019).

Al pasar los diferentes niveles, los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo han podido observar un crecimiento de reprobación y deserción en la materia de Cálculo Diferencial e Integral por parte de los estudiantes de los primeros niveles de las carreras ofertadas en esta sede. Debido al reajuste de las mallas curriculares de las tres carreras existentes, en todas ellas se han introducido las materias de ciencias exactas en los tres primeros niveles. La materia de Cálculo Diferencial e Integral es abordada en primer nivel, en donde los estudiantes deben haber obtenido unas bases sólidas en sus colegios para no tener ningún inconveniente en aprobar; lo contrario de esto, es que se ven abocados a retirarse o perder la materia.

El abandono de los estudios universitarios puede afectar tanto al estudiante como a la institución. Cada vez más estudiantes son los que desertan de carreras por deficiencia en asignaturas de ciencias exactas, esto hace que el índice de egresados en carreras técnicas sea cada vez más escaso. Por otra parte, existe un efecto negativo en cuanto a la economía, ya que las universidades tanto públicas como privadas dejan de recibir un fondo por cierto estudiante y al observar que cada vez existe una menor cantidad de postulados a una carrera, esta puede llegar a ser cerrada. Si una carrera es cerrada, la universidad se verá obligada a reducir costos y personal; y de esta manera pierde permanencia en el medio académico superior.

La educación superior ha sufrido cambios en su proceso de enseñanza y aprendizaje al pasar el tiempo por la evolución de la tecnológica e incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). El uso de las TIC ha logrado beneficiar en poco tiempo a la comunidad universitaria, como lo son docentes, estudiantes, padres de familia, entre otros; logrando ser un tema de gran relevancia para los expertos en educación o simplemente para toda la sociedad. Buscando de esta manera nuevos paradigmas para ser incorporados y así mejorar aún más la calidad en los procesos educativos.

Otro autor afirma lo siguiente:

La tecnología ha permitido que la comunicación sea eficiente, eficaz y de menor costo. Es indudable la predisposición de nuestra sociedad hacia la educación medida con los recursos de las Tecnologías de Información y Comunicación, ya que contribuyen al aprendizaje habitual en la sala de clases, con hábitos autorregulados y con estrategias utilizadas para validar la información disponible, trazando metas de aprendizaje guiadas. Se torna entonces imprescindible analizar cuál ha sido el crecimiento de las TIC en la educación. (Vinueza & Simbaña, 2017, p. 4)



En la actualidad se ha observado la evolución de la tecnología, informática y software que ha cambiado la visión de la sociedad en cuanto a la forma de difundir información, procesos de enseñanza y metodologías de aprendizaje, consiguiendo así una nueva variedad de métodos de estudio para nuestros estudiantes.

Otro autor menciona que:

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación es un término que explora toda forma de tecnología usada para crear, almacenar, intercambiar y procesar información en sus varias formas, tales como datos, conversaciones de voz, imágenes fijas o en movimiento, presentaciones multimedia y otras formas. (Tello, 2007, p. 3)

Por otro lado, autores como Cruz Pérez et al. (2018) mencionan que las TIC son un recurso fundamental para el proceso educativo actual debido al intercambio de información entre docentes y estudiantes. De esta manera se genera una nueva pedagogía donde el docente pasa a ser únicamente una guía para el estudiante, y esta es la clave de su propio conocimiento conseguido por medio de la curiosidad y experiencias.

Cabe destacar que a pesar del avance de la tecnología y los procesos TIC empleados en la educación superior, se han visto problemas puesto que no se han acogido o empleado de la forma correcta, estos problemas han sido mayormente observados en el área de la matemática. Los estudiantes deben comprender que, al existir una nueva herramienta para su proceso de aprendizaje, este será un apoyo para el mismo y no una herramienta empleada solamente para buscar la solución ante un ejercicio o problema. Cuando un recurso tecnológico no es usado de la forma correcta, el objetivo por el cual fue desarrollado no podría llegar a cumplirse. Ningún recurso tecnológico puede llegar a reemplazar a un docente ni a su proceso de enseñanza aprendizaje, este es desarrollado para ser un apoyo en dicho proceso.

En función de todos los problemas abordados y para en cierto modo darle solución, se hará uso de los diversos recursos tecnológicos que existen en la sociedad del conocimiento. Esta investigación se enfocará en primer momento en hacer una revisión sistemática de toda la literatura relacionada con el mundo de la tecnología, y en un segundo momento proponer un aplicativo que coadyuve en el proceso de adquirir conocimiento en la materia de Cálculo Diferencial e Integral.

En base a lo abordado, y poder dar solución al problema planteado, se describe la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los recursos TIC adecuados, basado en el programa analítico de la materia de Cálculo diferencial e integral; para que se incorporen en el proceso de enseñanza aprendizaje?

Para poder responder a esta pregunta de investigación, se plantean las siguientes preguntas directrices:

- ¿Cuáles son los recursos TIC más apropiados para ser incorporados en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo diferencial e integral?
- ¿Qué recursos TIC son los más adecuados para ser incorporados en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo diferencial e integral?
- ¿Qué características tienen los recursos TIC más adecuados a ser incorporados en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo diferencial e integral?
- ¿Cuál será el mejor aplicativo informático, haciendo uso de los recursos tecnológicos investigados, para resolver ejercicios del Cálculo diferencial e integral?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Determinar los recursos TIC adecuados, basado en el programa analítico de la materia de Cálculo diferencial e integral; para que se incorporen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

### ***Objetivos Específicos***

- Identificar los recursos TIC más apropiados para ser incorporados en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo diferencial e integral.
- Seleccionar los recursos TIC más adecuados a ser incorporados en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo diferencial e integral.
- Describir los recursos TIC más adecuados a ser incorporados en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo diferencial e integral.
- Analizar, diseñar e implementar un aplicativo informático, haciendo uso de los recursos tecnológicos investigados, para resolver ejercicios del Cálculo diferencial e integral.

## **Justificación**

Actualmente la incorporación de las TIC en cualquier nivel de estudio brinda increíbles beneficios en cuanto al proceso de enseñanza aprendizaje. Las TIC en la educación juegan un papel fundamental ya que ofrecen herramientas capaces de brindar a los docentes nuevas competencias tecnológicas para el transcurso de sus horas clases.

Otro autor argumenta que:

Las TIC optimizan la eficacia del proceso educativo, permitiendo la intervención y la colaboración de las personas para la elaboración colectiva del conocimiento y fuentes de búsqueda de calidad. Por lo tanto, son las encargadas de mejorar, aportar, plantear y

articular procedimientos, métodos, formas de trabajo, organizaciones y artefactos que permitan a la sociedad informarse más rápido y con mejor calidad. (Cruz Pérez et al., 2018, p. 6)

La educación superior debe ser la encargada de ofrecer un gran impulso a la innovación y a las nuevas tecnologías que las TIC ofrecen, construyendo así profesionales de alta calidad en cada campo de especialidad capaz de adaptarse a los cambios que produce la evolución tecnológica. Es por ello por lo que de igual forma los docentes universitarios tienen la necesidad de incorporar nuevas técnicas de enseñanza aprendizaje relacionadas con las TIC con el objetivo de revolucionar el conocimiento.

Cabe mencionar que en el Ecuador la repercusión de las TIC en la educación superior es un motivo de estudio y por lo cual se desarrollan conferencias, charlas magistrales y otros eventos científicos para la resolución de cualquier inquietud por parte de los que conforman la comunidad universitaria. Es por ello, que para la temática del trabajo de integración curricular “Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial e integral”, se consideraron los siguientes datos de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo con el objetivo de proponer un aplicativo que coadyuve en el proceso de adquirir conocimiento en la materia de Cálculo Diferencial e Integral.

Existe una gran diferencia entre el índice de los estudiantes que han perdido la materia de Cálculo Diferencial e Integral estando en modalidad presencial que en la virtual, en donde se obtuvo los siguientes resultados: en la carrera de tecnologías de la información, existe un porcentaje del 24% de reprobados y un 2% de retirados en modalidad presencial, un 25,5% de reprobados y 2,5% de retirados bajo la modalidad virtual; en cuanto a la carrera de biotecnología tenemos un 49% de reprobados y ningún estudiante retirado de forma presencial, por otro lado, en modalidad virtual se obtuvo un 33% de reprobados y un 1,5% de retirados;

por último, la carrera de agropecuaria cuenta con un 37% de reprobados y un 5% de retirados presencialmente, un 27% de reprobados y un 7,5% de retirados bajo la modalidad virtual. Las estadísticas obtenidas fueron recolectadas de los periodos 201950 y 201951 llevado a cabo de forma presencial y de los periodos 202050 y 202051 en modalidad virtual de las tres carreras de la ESPE Santo Domingo.

Por medio de los resultados obtenidos se puede visualizar que hay un porcentaje considerable de estudiantes con problemas referentes a la materia, es por ello, que reprueban o se dan de baja, donde la carrera de Biotecnología se encuentra en primer lugar con mayor número de estudiantes con problemas relacionados a la materia de Calculo Diferencial e Integral. Los periodos desarrollados de forma presencial son los de mayor porcentaje de repitencia y deserción a diferencia de la modalidad virtual; se puede considerar que, bajo esta modalidad, el estudiante buscaba de algunos medios tecnológicos con los cuales ayudarse durante el periodo de estudio.

Por tanto, es necesario tratar de poner al servicio de la comunidad universitaria una herramienta que esté involucrada con todos los recursos TIC que puedan ayudar a entender mejor el Cálculo Diferencial e Integral, y en definitiva tener un proceso de calidad en la enseñanza y aprendizaje de esta materia. Los estudiantes de la materia podrán resolver diferentes funciones a derivar e integrar, visualizando la gráfica de su solución. Además, podrán compartir el programa con sus demás compañeros, ya que el aplicativo final es un archivo ejecutable que puede ser distribuido en Flash memorys, correos, entre otros.

## Capítulo 2 Marco Teórico

### Estado del Arte

Para reforzar los referentes teóricos sobre el cual se fundamenta los conceptos que estructuran la investigación, cuyo objetivo es establecer los recursos de TIC más adecuados para la enseñanza aprendizaje de Cálculo Diferencial e Integral en el primer nivel de las Carreras de Ingeniería, de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo.

La presente línea de investigación ha sido revisada por varios autores; con el propósito de solucionar de cierta manera el proceso de enseñanza aprendizaje de las diferentes áreas del conocimiento, especialmente en el área del Cálculo Diferencial e Integral. Existen un sin número de investigaciones enfocadas a la temática presentada, pero se han tomado algunas de ellas considerando la mayor coincidencia y relación en cuanto a las preguntas de investigación, para lograr conseguir a cabalidad los objetivos que se han planteado en este estudio.

Según Muñoz (2018) menciona que el aprendizaje de las matemáticas es una tarea muy difícil para los docentes dentro de una institución educativa, y más aún a un nivel superior, pues aquí el docente tiene que lidiar con vacíos y lagunas de conocimientos previos obtenidas por los estudiantes, por lo que esto es impulsado por diversos factores. El objetivo es proporcionar el aprendizaje de cálculo por medio del estudio de aplicaciones de la derivada e integral empleando software matemáticos: Wolfram Alpha, Derive y Geogebra, con la finalidad de resolver problemas relacionados con su formación profesional. Realizando un análisis estadístico comparativo del historial del rendimiento académico en cinco niveles, a dos grupos de participantes conformado por 26 estudiantes a los cuales se les aplicaron un pretest y postest. Logrando alcanzar un nivel superior de suficiencia en la materia.

Según Durán & Rodríguez (2018) dentro de su investigación toman en cuenta que existen herramientas tecnológicas que permiten mejorar los niveles de abstracción en las

ciencias exactas. La investigación tiene como objetivo evaluar la percepción de los estudiantes de ingeniería sobre la utilidad que tienen los programas de MatLab, GeoGebra y Maple en el estudio del cálculo. Se ejecutó una metodología cuantitativa a 30 estudiantes de primer nivel de ingeniería, con ejercicios y encuestas con escala valorativa hacia el uso de los programas. Llegando a concluir que las herramientas implementadas promueven una mejor comprensión y desarrollo hacia las matemáticas.

Basado en los resultados de las investigaciones expuestas, queda claro que, existe un sin número de herramientas informáticas que ayudan en gran medida a que el estudiante tenga un mejor aprendizaje en materias del área de matemática. Además, para obtener un buen modelo de enseñanza aprendizaje es necesario la combinación de recursos, metodologías de docentes y un buen diseño instruccional.

Fontecha (2017) realiza una investigación sobre la fortaleza que tiene Python en la seguridad informática tomando en cuenta que este lenguaje de programación sirve para crear aplicaciones web, móviles y/o de escritorio. Su licencia es gratuita y es de código abierto, además es uno de los lenguajes más utilizados en el mundo y precisamente por su tipo de licenciamiento está entre los que más librerías posee. El autor presenta diferentes formas como se usa el lenguaje de programación Python en el área de las tecnologías de la información, respectivamente en el área de la seguridad informática, describiendo las principales librerías relacionadas al tema.

Alayo et al. (2021), su investigación está orientada a la enseñanza de las matemáticas en la carrera de ingeniería en ciencias informáticas mediante el lenguaje de programación Python. En el presente trabajo menciona que utiliza las herramientas de Derive, Matlab y Octave como asistentes matemáticos para las prácticas de laboratorio de las asignaturas de matemáticas, dentro de la universidad de las ciencias informáticas. Sin embargo, se menciona que el correcto uso profesional de estas herramientas y otros inconvenientes hace difícil la

actualización de contenidos y la motivación de los estudiantes, lo que afecta a la enseñanza y aprendizaje. Entonces dentro del artículo proponen el uso del lenguaje Python a partir de las facilidades que existen actualmente dentro del ambiente de programación que aporta este lenguaje. El trabajo es un punto de partida hacia el uso de las herramientas del ecosistema Python en la enseñanza de matemáticas y materias afines, contribuyendo a la preparación y desenvolvimiento en la práctica del futuro profesional.

De acuerdo con las investigaciones analizadas, se puede decir que, Python es uno de los lenguajes de programación muy fuerte en el área de la matemática, por la gran cantidad de librerías que posee y por ser de libre acceso. Varios aplicativos en las diferentes áreas de conocimiento han sido desarrolladas en esta herramienta, por su gran funcionalidad, brindando grandes beneficios a los usuarios finales de los aplicativos desarrollados.

## **Bases Teóricas**

### ***Tecnologías de la Información en la Educación***

La incorporación de las TIC en la sociedad y en especial en el ámbito de la educación ha ido adquiriendo una creciente importancia y ha ido evolucionando a lo largo de estos últimos años, tanto que la utilización de estas tecnologías en el aula pasará de ser una posibilidad a erigirse como una necesidad y como una herramienta de trabajo básica para el profesorado y el alumnado (Fernández, 2021).

Las unidades educativas usan diversas herramientas relacionadas con las TIC, esto sirve para comunicar, difundir, crear y gestionar información. En varias ocasiones, las TIC han sido parte fundamente al momento de la interacción enseñanza aprendizaje, a través de sustituciones de objetos como las pizarras por pizarras más tecnológicas e interactivas, así utilizando los dispositivos de los propios estudiantes para aprender durante la hora de clase, y el modelo semipresencial o mixto conocida como “aula invertida” donde los estudiantes aprenden desde casa viendo conferencias.



“En muchos países, la alfabetización digital se está construyendo a través de la incorporación de tecnologías de la información y comunicación en las escuelas. Algunas aplicaciones educativas comunes de las TIC incluyen” (Learningportal, 2021).:

- “Una computadora portátil por niño: Se han diseñado computadoras portátiles menos costosas para usar en la escuela en una proporción” (Learningportal, 2021).
- “Tabletas: Las tabletas son pequeñas computadoras personales con una pantalla táctil, que permiten la entrada sin teclado o mouse” (Learningportal, 2021).
- “Pizarras blancas interactivas o pizarras inteligentes: las pizarras blancas interactivas permiten mostrar, manipular, arrastrar, hacer clic o copiar imágenes de computadora proyectadas” (Learningportal, 2021).

### ***Teorías del Aprendizaje y el Software Educativo***

Los software educativos han surgido de la incertidumbre de como adquirimos nuestro aprendizaje por medio de las diferentes teorías existentes. Como indica Lagos (2000) las contribuciones de las teorías no son fundamentales, ya que se analiza un fenómeno de manera individual, como los métodos tampoco son usados para obtener el conocimiento necesario.

Pizarro (2009) menciona que si existiese una teoría universal que abarque todos los fenómenos de aprendizaje, no sería necesaria estudiar cada uno de ellas. Entonces esto es diferente, ya que surgen necesidades de aprender aspectos importantes relacionados al tema.

### **Principales Teorías del aprendizaje**

#### ***Conductista***

El conductismo se basa en la asociación de aprendizaje en base a estímulos respuestas.

“Las primeras aplicaciones educativas de las computadoras se basan en la enseñanza programada. Esta enseñanza consiste en la formulación de preguntas y la sanción correspondiente de la respuesta de los alumnos” (Orihuela, 2018, p. 57).

### ***Cognitivista***

La teoría cognitivista está relacionada a la mente humana, es decir, como el estudiante es capaz de superar sus procesos mentales como capacidad de retención, interpretación, percepción ante la interacción con otros individuos de su misma u otra especie.

### ***Constructivismo***

Con el comienzo del constructivismo se deja atrás la visualización del estudiante como un receptor pasivo y pasa a ser el protagonista; en esta teoría se origina un nuevo conocimiento a partir de la combinación de la información antes adquirida con la actual, adquirida por medio de la interacción con el medio.

### ***Conectivismo***

Guerrero (2020) menciona que, al reconocer que el aprendizaje ha dejado de ser sólo una actividad interna e individual y que el entorno es cambiante, el modelo conectivista propone la integración de las tecnologías de la información y comunicación, redes sociales, entre otros recursos al proceso de enseñanza aprendizaje.

### ***Diseño Instruccional***

Proceso de desarrollo que un profesional realiza para otorgar una enseñanza de calidad a sus estudiantes, en donde es necesario guiarse de diferentes modelos existentes para poder cumplir con sus objetivos. Un buen diseño instruccional puede tener como resultados un buen ambiente de estudio, un entorno de clases tranquilo, estudiantes activos y de calidad.

## **Fases**

**Análisis:** Recolección de información de estudiantes y su entorno, cuyo resultado da a conocer las necesidades que presentan en cuanto a su proceso de enseñanza aprendizaje.

**Diseño:** Prototipado de la herramienta a desarrollar que resuelva de cierta manera las necesidades obtenidas en la primera fase.

**Desarrollo:** “Creación de los contenidos y materiales de aprendizaje basados en la fase de diseño” (Belloch, n.d, p. 11).

**Implementación o implantación:** "Ejecución y puesta en práctica de la acción formativa con la participación de los estudiantes” (Belloch, n.d, p. 11).

**Evaluación:** Proceso de evaluación de la herramienta a partir de los resultados arrojados por la manipulación de los estudiantes con el sistema.

## **Modelos de diseño instruccional**

Existen varios modelos de diseño instruccional desarrollados al pasar de los años, de los más destacados son:

**Modelo ADDIE:** Tipo de modelo en donde la tecnología se encuentra presente para su enseñanza, se encuentra orientado a proyectos empresariales o a enseñanzas complejas. Ideal para la enseñanza de educación a distancia (Giraldo, 2011).

**Modelo Dick and Carey:** Modelo orientado a la teoría conductista, donde su meta final es descompuesta en componentes más pequeños para su fácil desarrollo.

**Modelo de Davis:** Compuesto por cinco fases donde el estudiante adquiere conocimiento por medio del uso de diferentes herramientas creativas (sutori, n.d.).

**Modelo ASSURE:** Fundamentos recolectados del constructivismo, tomando como eje central las particularidades del estudiante, con el objetivo de potenciar su participación activa dentro del proceso de enseñanza aprendizaje (Benítez, 2010).

### ***Herramientas TIC en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Matemática***

En base a investigaciones y experiencias cercanas a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas y referente a Cálculo Diferencial e Integral, se agruparon los software más utilizados en respecto al nivel práctico de la materia de ciencias exactas, en los primeros niveles de las carreras de la Universidad de las Fuerzas ESPE Sede Santo Domingo.

#### **Wolfram**

Es un software con la funcionalidad de buscar respuestas desarrollado por la compañía Wolfram Research. Este tiene un servicio en línea que responde a las preguntas matemáticas, mediante el procesamiento de la respuesta extraída de una base de datos estructurada, en lugar de proporcionar una lista de los documentos o páginas web que podrían contener la respuesta (Muñoz & Porras, 2018).

#### **Derive**

“Es un paquete de software con capacidad para desarrollar cálculo simbólico, análisis gráfico y manipulación numérica, que permite trabajar con funciones, derivadas, límites, integrales y muchas otras operaciones matemáticas” (Muñoz & Porras, 2018, p. 6).

#### **GeoGebra**

El creador Markus Hohenwarter, desarrollo un software matemático e interactivo libre para la educación en las universidades, este proyecto lo comenzó en el año 2001 en la Universidad de Salzburgo. GEOGEBRA su lenguaje de programación es Java y esto tiene una ventaja de que se ejecuta en muchas plataformas (Muñoz & Porras, 2018).

### **MatLab**

“MATLAB, acrónimo de la expresión MATrix LABoratory, considerado un lenguaje técnico de computación, programa interactivo que cuenta con instrucciones, comandos, funciones, algoritmos (scripts), objetos básicos con los cuales opera, denominados matrices” (Durán Pico & Rodríguez Alava, 2018, p. 6). Existen varias características a destacar las cuales abarcan, el cálculo numérico con precisión, exactitud y rapidez, además de esto permite usar de lenguaje simbólico matemático, diseño y gráficas de alto nivel.

### **Maple**

“Maple es un acrónimo en inglés de MAtheMatical PLEasure, considerado como un lenguaje de cálculo simbólico potente. Su principal característica radica en la capacidad de realizar cálculos simbólicos; es decir, operaciones similares a las que se llevan a cabo” (Arenas, 2003).

### **Cabri-Geometry**

“Cabri-Geometrie es un micromundo para la construcción y manipulación de figuras geométricas. Con él es posible construir puntos, segmentos, rectas, circunferencias y casi la totalidad de las figuras de la geometría plana que se presentan en la enseñanza secundaria” (Bohórquez, 2004, p. 1).

El software permite al usuario realizar diferentes operaciones geométricas elementales en las que se pueden trazar con un compas o regla. Una vez dibujadas, estas figuras conservan las características que han sido asignadas previamente sin ser perdidas al momento de realizar un movimiento.

### **Calculus Solved**

Es un software de Shareware en la categoría de Educación desarrollado por Bagatrix. Trabaja con problemas de diferenciación de cálculo. Administra los valores de cualquier

ecuación arbitraria y procesamientos automatizados. También imprime los resultados al formato de archivo de texto sin formato y así utilizando las reglas, como constante, suma, factor, multiplicación y división (freedownloadmanager, 2021).

### **Didactalia**

“Es una web de datos educativos enlazados que, a través de las tecnologías cognitivas de GNOSS, ofrece diversos servicios educativos inteligentes orientados a mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje y dar respuesta a las necesidades de los alumnos” (gnoss, n.d.).

### **Geonext**

“Establece nuevas formas de aprender y enseñar matemáticas, principalmente gracias a la oportunidad que ofrece de construir y visualizar de forma más sofisticada y con más posibilidades que en la tradicional pizarra o papel” (Geonext, 2007).

Otros autores como Toledo (2009) mencionan que:

Es una herramienta de aprendizaje matemático gratuito y de código libre con el que podrás estudiar distintos aspectos del campo de la geometría gráficamente, de forma que puedas realizar ejercicios de este tipo sin necesidad de dibujar. Su interfaz es muy clara e intuitiva, poniendo al alcance del usuario las herramientas de las que dispone la aplicación, todo ello organizado en diferentes barras de herramientas según el tipo de cada elemento.

### **Graphmatica**

Graphmatica es un graficador de ecuaciones algebraicas interactivo que se puede utilizar como ayuda para trazar curvas matemáticas. Si bien está diseñado para ser extremadamente simple de usar, es posible que sus funciones avanzadas no sean evidentes para el usuario que lo usa por primera vez.

Según la página de Graphmatica (2022) manifiestas que su aplicativo incorpora funciones gráficas cartesianas, paramétricas, además de ecuaciones diferenciales. Como también nuevas funciones de trazado de datos y ajuste de curvas. Se pueden ver alrededor de 999 gráficos en la pantalla a la vez, lo que es un punto a favor adicional de esta increíble herramienta matemática.

### **Graphing**

Es de código abierto y se distribuye bajo la licencia pública general, lo que significa que puede usarlo libremente. Es un programa afín a Windows, con menús y cuadros de diálogo, y capaz de dibujar funciones explícitas, paramétricas y polares, entre otras funciones (Padowan, n.d.).

### **Mathematica**

Programa de cálculo matemático simbólico, a veces llamado programa de álgebra computacional, utilizado en muchos campos científicos, de ingeniería, matemáticos e informáticos. Wolfram Language es el lenguaje de programación utilizado en Mathematica (Calstatela, n.d.).

### **Mathway**

“Es una calculadora gratuita que ofrece respuestas instantáneas a las ecuaciones matemáticas más complejas de los usuarios. La aplicación resuelve prácticamente cualquier cosa, desde problemas matemáticos básicos, geometría, álgebra hasta ecuaciones de cálculo y trigonometría más complejas” (Educationalappstore, n.d.).

### **Modellus**

Es un simulador informático especialmente valioso para la enseñanza de la física. Para el uso de la misma no es fundamental tener conocimientos previos de la informática. La página

oficial de este programa dejó de estar activa, se pueden seguir descargando y usando todas sus versiones en muchas Webs sobre enseñanza de la física. (Duarte, n.d.).

### **MuPAD**

“MuPAD consta de un potente motor simbólico, un lenguaje que está optimizado para operar en expresiones matemáticas simbólicas y un amplio conjunto de funciones y bibliotecas matemáticas” (Fuchssteiner, n.d.).

### ***Comparación de las Herramientas de Desarrollo para Software Matemático***

A continuación, se realiza una comparativa de todos los software de desarrollo matemático investigados con el fin de escoger el más eficiente para la creación del aplicativo, como lo muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Comparación de software de desarrollo matemático*

<b>Nº</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Usabilidad</b>
1	Wolfram Alpha	Gratis y de fácil acceso (Cualquier dispositivo con acceso a internet) Grandes conocimientos computacionales Fácil uso Respuesta en minutos Características especiales para desarrolladores	Ingreso de preguntas únicamente en ingles	Motor de conocimiento computacional (Motor de búsqueda)



---

		Integración fácil con otros software		
<b>2</b>	MatLab	Rápida ejecución y alta precisión Soporte de funciones extenso Rápido prototipado Extensa comunidad (Gran existencia de foros, ayudas, vídeos, libros) Uso comercial (Experiencia para trabajo en empresas) Puede llegar a ser paralelizada	De pago (dificultad de obtención para estudiantes) Problemáticas de velocidades con ejecución de problemas extensos Gestión “oscura” de la memoria Dificultad de uso Actualización de sistema para soportar herramienta	Herramienta de cálculos matemáticos Plataforma de desarrollo Funciones de prototipado
<b>3</b>	Scilab	Es software libre Manipulación en cualquier plataforma	Presentación en solo 2 idiomas dificulta el aprendizaje Su entorno gráfico no es muy amigable Tener conocimientos previos sobre programación	Simulación: programas de resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales (explícitas e implícitas)

---

---

		Requisitos de hardware y software no son muy amplios Permite la interacción de diferentes lenguajes de programación como C++, JAVA. C.		
4	Python	Lenguaje de alto nivel Polivalente y de paradigmas Bibliotecas y frameworks Comunidad fuerte	Consumo de memoria Lentitud Desarrollo móvil, no es un lenguaje muy adecuado	Lenguaje de escritura rápido, escalable, robusta y de código abierto

---

*Nota.* Esta tabla muestra las ventajas y desventajas de los software investigados para la elección de la herramienta más adecuada con la cual desarrollar el aplicativo. Fuente: Elaboración propia.

Python ha sido seleccionado como lenguaje de programación en la presente investigación por cumplir con el objetivo original de derivar e integrar funciones numéricas, además de ser uno de los lenguajes cada vez más demandados en las empresas. Python no se encuentra únicamente presente en el área de ciencias exactas sino también en ciencias humanas, sociales, físicas, entre otras. Gracias a este lenguaje y a la variedad de librerías que posee como NumPy, SymPy, Matplotlib, PyQt5 nos permite cumplir con el objetivo de establecer los recursos de tics más adecuados para la enseñanza aprendizaje de Cálculo Diferencial e Integral. La combinación de las librerías mencionadas permite la obtención de una herramienta que ayude al proceso de enseñanza aprendizaje de la materia, ya que permitirá al

estudiante resolver alguna inquietud existente en el ámbito de derivadas e integrales por medio del ingreso de la función en la herramienta.

### ***Cálculo***

El cálculo tiene orígenes por el motivo de resolver diversos problemas que estaban asociados al movimiento de cuerpos, ya sea, problemas de tipo geométrico para la importancia de óptica y problemas de cálculo de valores máximos y mínimos de una función dada (González, 2006).

Por lo que existen dos problemas principales a la hora de aplicar un cálculo de cuerpos.:

- Determinar la tangente a una curva en un punto.
- Determinar el área encerrada por una curva.

Son estos dos problemas principales de Cálculo Diferencial e Integral los cuales permiten resolver de manera correcta dichos problemas.

### ***Derivada***

La derivada de una función puede interpretarse geoméricamente como la pendiente de una curva, y físicamente como una razón "instantánea" de cambio.

### ***Tangente a una curva***

Se conoce que a principios del siglo XVII no se sabía cómo se calcula la tangente de una curva en un punto exacto de la misma. Esto presenta un problema con frecuencia en el tema de mecánica, en óptica y en geometría.

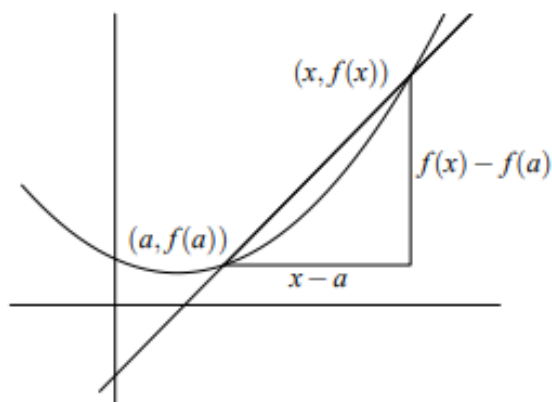
Otro autor manifiesta que:

La estrategia, usada primero por Pierre de Fermat y más tarde por Newton, consiste en aproximar la tangente por rectas secantes cuyas pendientes sí pueden calcularse

directamente. En particular, considérese la recta que une el punto  $(a, f(a))$  con un punto cercano,  $(x, f(x))$ , de la gráfica de  $f$ . (González, 2006, p. 70)

### Figura 1

*Punto tangente de la curva*



*Nota.* Se muestra una gráfica donde se representa el punto tangente. Tomado de (González, 2006)

### **Razón de cambio**

“Con frecuencia interesa considerar la razón de cambio en intervalos cada vez más pequeños. Esto lleva a definir lo que podemos llamar “razón de cambio puntual de  $y = f(x)$  con respecto a  $x$  en el punto  $a$ ” como” (González, 2006, p. 75).

### **Integral**

Con la integral se puede calcular áreas, volúmenes, longitudes de curvas, la masa de un sólido, el flujo de un fluido a través de una superficie, entre otros.

El cálculo integral tiene sus orígenes en problemas de cuadraturas en los que se trataba de calcular áreas de regiones planas limitadas por una o varias curvas. Se atribuye a Eudoxo (ca. 370 A.C.) la invención del método de extracción, una técnica para calcular

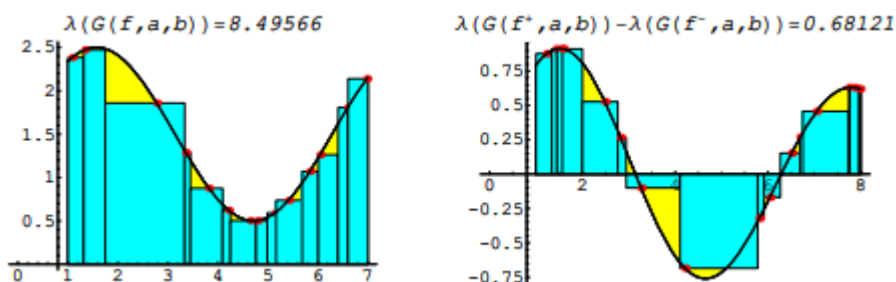
el área de una región aproximándose por una sucesión de polígonos de forma que en cada paso se mejora la aproximación anterior. (González, 2001, p. 1)

### Sumas de Riemann

“Sea  $f : [a,b] \rightarrow \mathbb{R}$  una función acotada. Representaremos por  $G(f,a,b)$  la región del plano comprendida entre la gráfica  $y = f(x)$ , el eje de abscisas y las rectas  $x = a$  y  $x = b$ ” (González, 2006, p. 108).

### Figura 2

*Aproximación del área por sumas de Riemann*



*Nota.* En la figura se manifiesta la representación de dos graficas aplicando la aproximación de área por sumas de Reimann. Tomado de (González, 2006)

### Descripción de la Metodología

Las metodologías de desarrollo de software han cambiado al pasar los años y el avance de la tecnología, anteriormente las metodologías más empleadas eran las tradicionales, hoy en día nos encontramos con las metodologías ágiles.

### Metodologías Tradicionales

Las metodologías tradicionales son aquellas que llevan un seguimiento riguroso de todo el proceso del proyecto, desde su inicio hasta su final. Las metodologías tradicionales “se centran especialmente en el control del proceso, mediante una rigurosa definición de roles,

actividades, artefactos, herramientas y notaciones para el modelado y documentación detallada" (Maida & Pacienza, 2015, p. 18). Este tipo de metodología no es muy adaptable a cambios, puesto que los requerimientos iniciales deben estar bien estructurados.

### ***Metodologías Ágiles***

Las metodologías ágiles son caracterizadas por contar con procesos incrementales y adaptativos, obteniendo como resultado la capacidad de dar resultado a un problema de forma inmediata. Su proceso de desarrollo está compuesto por ciclos iterativos y livianos en donde forma parte también el usuario con el objetivo de atender a sus necesidades y de esta manera priorizarlas. "Esta metodología es aplicada en el desarrollo de software con el fin de brindar resultados óptimos en corto plazo y así mejorar la satisfacción del cliente" (Ortega & Camacho, 2019, p. 4).

Según manifiesta que los principios de las metodologías ágiles se pueden resumir en:

- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Motivación e implicación del equipo.
- Aceptar que los requisitos puedan cambiar.
- Trabajar con mayor velocidad y eficiencia.
- Detectar errores lo más antes posible y resolverlos a la brevedad.
- Rentabilizar inversión.

Los principios recién mencionados son acogidos por los diferentes tipos de metodologías ágiles existentes en la actualidad. Las metodologías más populares en el desarrollo de software se encuentran descritas en la Tabla 2.

### **Tabla 2**

*Metodologías ágiles más populares*

<b>Metodología</b>	<b>Descripción</b>	<b>Modelo</b>	<b>Procesos que lo constituyen</b>	<b>Tamaño del proyecto</b>
<b>Extreme Programming (XP)</b>	Se considera como una disciplina de ingeniería de software más que una metodología, pero que incorpora un proceso. Se basa en cinco valores: comunicación, sencillez, retroalimentación, valor y respeto	Iterativo-incremental	1. Exploración 2. Planificación (Planificación de liberación) 3. Iteraciones a la primera liberación 4. Producción y refinamiento 5. Mantenimiento 6. Muerte	Enfocado principalmente a proyectos pequeños de requerimientos vagos o de rápido cambio
<b>Scrum</b>	Marco de trabajo comprensivo de desarrollo de software, que enfatiza en la importancia de trabajo en equipo, roles, eventos, artefactos y reglas. Está compuesto por tres pilares: transparencia,	Iterativo - Incremental	1. Product backlog 2. Sprint planning 3. Sprint backlog 4. Sprint execution 5. Sprint review 6. Sprint retrospective	Proyectos pequeños, escalable a proyectos grandes

---

	inspección y adaptación			
<b>Kanban</b>	Tiene como objetivo	Incremental	1. To Do	No determina
<b>Development</b>	controlar y administrar el flujo de características permitiendo organizar y visualizar el flujo de trabajo, limitar el trabajo en progreso y detener el inicio de nuevas características e iniciar la finalización de las pendientes		(características por hacer)	el tamaño de proyecto
	Los valores de Kanban son: Transparencia, balance, colaboración, enfoque en el cliente, fluidez, liderazgo, entendimiento, acuerdo y respeto		2. Estimated (características estimadas)	
			3. Work In Progress – WIP (Características en desarrollo)	
			4. Done (Características completadas)	

---

*Nota.* Esta tabla muestra las metodologías ágiles más populares en el desarrollo de software y los considerados a implementar para el proyecto. Tomado de (Sánchez, 2018, p. 61)

De las tres metodologías presentadas se optó por la implementación Scrum por ser una de las más empleadas dentro del entorno de desarrollo de software y por observar que gran



cantidad de proyectos basados en esta, cuentan con grandes éxitos. Por otro lado, Scrum dispone de procesos claves y bien estructurados; lo que como resultado final se obtiene un procedimiento organizado y entendible para cualquier persona interesada en la temática abordada.

## **SCRUM**

Scrum es una metodología para trabajar en equipo por medio de iteraciones o también llamadas Sprint, cuyo objetivo principal es la planificación y control de proyectos. Para ello tiene como enfoque el ajuste de resultados y poder dar soluciones a las necesidades del cliente (López Gil, 2018)

La planificación de proyectos es dada por semanas, y al finalizar cada sprint se realiza una revisión del trabajo desarrollado con el objetivo de pasar a la siguiente tarea o sprint. Cada sprint cuenta con una duración de máximo de cuatro semanas y como mínimo una.

### **Roles de Scrum**

El método Scrum cuenta con roles para cada uno de sus integrantes lo que logra el cumplimiento de las tareas asignadas para cada uno de ellos. Los roles existentes son:

- **Product Owner:** Encargado de que el desarrollo del proyecto se lleve acorde a las necesidades solicitadas y se cumpla en el tiempo concretado.
- **Scrum Master:** Participa en reuniones y se asegura que las tareas sean desarrolladas en el tiempo estimado y el objetivo establecido. “Elimina los obstáculos que impiden que el equipo cumpla con su objetivo” (López Gil, 2018, p.58).
- **Development Team Member:** Equipo de desarrolladores de tipo multidisciplinario. Este grupo no debe sobrepasar los 10 integrantes.

## Fases de la Metodología Scrum

Para llevar a cabo esta metodología es necesario cumplir con el cumplimiento de cada una de sus fases, las cuales se encuentran constituidas por el desarrollo consecutivo de sprint.

Cada sprint cuenta con una serie de etapas o eventos, los cuales son:

1. **Reunión para la Planificación del Sprint:** Reunión realizada por todo el Equipo Scrum que tiene como objetivo definir el objetivo de cada sprint. La duración de esta reunión varía de acuerdo con el tiempo estimado del sprint.
2. **Scrum Diario:** “Es un evento de 15 minutos cuyo fin es que el equipo de desarrollo sincronice actividades, y establezca un plan para las próximas 24 horas. Se basa en poner en común y sincronizar actividades para elaborar el plan del día” (López Gil, 2018, p. 60).
3. **Trabajo de Desarrollo Durante el Sprint:** El desarrollo del Sprint debe cumplirse a cabalidad cumpliendo todas las necesidades solicitadas por el cliente. No se debe realizar ningún cambio para que el proyecto sea de calidad.
4. **Revisión del Sprint:** Es una reunión entre el cliente y el equipo Scrum llevada a cabo cuando se finaliza el desarrollo de un sprint con la finalidad de revisar el Product Backlog y dar el criterio final para seguir con el desarrollo del siguiente sprint.
5. **Retrospectiva del proyecto:** “Oportunidad del equipo de desarrollo para mejorar su proceso de trabajo y aplicar los cambios en los siguientes Sprints” (López Gil, 2018, p. 61).

## Descripciones de las Herramientas para el Desarrollo

### **Python**

Python es un popular lenguaje de programación de propósito general que se puede usar para una amplia variedad de aplicaciones. Incluye estructuras de datos de alto nivel, escritura

dinámica, vinculación dinámica y muchas más características que lo hacen tan útil para el desarrollo de aplicaciones complejas como lo es para secuencias de comandos o "código adhesivo" que conecta componentes entre sí.

“Es un lenguaje de muy alto nivel que permite expresar algoritmos de forma casi directa (ha llegado a considerarse “pseudocódigo ejecutable”) y hemos comprobado que se trata de un lenguaje particularmente adecuado para la enseñanza de la programación” (Miranda, 2005, p. 7).

### ***Librerías de Python***

Las librerías estándares es muy extensa y ofrece una amplia gama de funciones, contiene módulos integrados (escritos en C) que brindan acceso a la funcionalidad del sistema, como E/S de archivos, que de otro modo serían inaccesibles para los programadores de Python, así como módulos escritos en Python que brindan soluciones estandarizadas para muchos problemas que ocurren en programación cotidiana.

#### **Sympy**

SymPy es un sistema de álgebra computacional con todas las funciones escritas en Python lenguaje de programación. SymPy está desarrollado en GitHub usando un modelo de comunidad de bazar.

#### **Numpy**

NumPy es la biblioteca principal de programación de matrices para el lenguaje Python. Tiene un papel esencial en las líneas de análisis de investigación en campos tan diversos como la física, la química, la astronomía, las geociencias, la biología, la psicología, la ciencia de los materiales, la ingeniería, las finanzas y la economía.

### **Matplotlib**

Es un paquete portátil de creación de imágenes y gráficos 2D con la función de la visualización de datos científicos, de ingeniería y financieros. En esta librería se puede usar de forma interactiva desde la terminal de Python (Shopbell et al., 2005).

### **PyQt5**

Combinación de herramientas GUI que se encuentra formado por el lenguaje de programación Python y la librería Qt. Por medio de esta herramienta se desarrolla toda la interfaz del aplicativo ofreciendo al usuario un programa intuitivo y fácil de manejo.

La página oficial de Pypi (2022) manifiesta que:

PyQt5 es un conjunto completo de enlaces de Python para Qt v5. Se implementa como más de 35 módulos de extensión y permite que Python se use como un lenguaje de desarrollo de aplicaciones alternativo a C++ en todas las plataformas compatibles, incluidos iOS y Android.

## Capítulo 3 Metodología

### Metodología SCRUM

#### *Análisis y requerimientos*

El aplicativo informático a desarrollar tiene como objetivo mejorar de cierta manera el proceso de enseñanza aprendizaje de la materia de Cálculo Diferencial e Integral llevado a cabo en la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo, por medio de la revisión de los diferentes recursos TIC existentes en el ámbito educativo, se logra obtener varios puntos de vista sobre diferentes funcionalidades y diseños para el desarrollo de una nueva herramienta de apoyo. A través de las necesidades de los mismos y visualizando la problemática existente dentro de la materia se realizó el levantamiento de información, donde se fijaron los principales requerimientos funcionales y no funcionales con el fin de dar una continuidad al desarrollo del proyecto.

La solicitud de requerimientos surgió en mayor parte por la observación y análisis de los problemas que suceden dentro de la sede, además de los comentarios constructivos de los docentes de apoyo del proyecto. Por ello, en las tablas 3 y 4, se reflejan los requerimientos funcionales y no funcionales a considerar respectivamente.

#### **Tabla 3**

##### *Requerimientos funcionales*

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>RF1</b>	Se debe proporcionar una interfaz que muestre la funcionalidad de la calculadora
<b>RF2</b>	El aplicativo debe permitir el ingreso de una función a derivar
<b>RF3</b>	El aplicativo debe permitir el ingreso de una función a integrar, ya sea una integral definida o indefinida

<b>RF4</b>	Se debe proporcionar un apartado dentro de la calculadora que muestre de forma gráfica la función ingresada y su resultado
<b>RF5</b>	Se debe proporcionar un teclado para el ingreso de dígitos dentro de la calculadora
<b>RF6</b>	El ingreso de funciones debe ser validado y deberá saltar un mensaje de error cuando se ingresen caracteres diferentes o no autorizados.
<b>RF7</b>	El producto final debe ser una aplicación nativa y de ser preferible un archivo ejecutable

*Nota.* En la tabla se presentan los requerimientos funcionales obtenidas del levantamiento de información. Fuente: Elaboración propia

#### **Tabla 4**

##### *Requerimientos no funcionales*

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
RNF1	Se debe proporcionar una interfaz que muestre la información relacionada a los temarios de derivadas
RNF2	Se debe proporcionar una interfaz que muestre la información relacionada a los temarios de integrales
RNF3	En la sección de derivadas debe existir tres pestañas que contengan información útil para el estudiante como fórmulas, ejemplos y más contenidos
RNF4	En la sección de integrales debe existir tres pestañas que contengan información útil para el estudiante como fórmulas, ejemplos y más contenidos
RNF5	El aplicativo debe estar organizado por un menú que contenga los títulos de derivadas, integrales y calculadora

---

RNF6	El contenido del aplicativo debe adaptarse al tamaño de pestaña que el usuario desee
RNF7	La herramienta a desarrollar debe ser un ejecutable
RNF8	El aplicativo debe contar con una sección de instrucciones para el usuario

---

*Nota.* En la tabla se presentan los requerimientos no funcionales obtenidos del levantamiento de información. Fuente: Elaboración propia

### ***Definición de Roles del Proyecto***

En la metodología SCRUM, dentro del apartado de la planificación del proyecto existe la definición de roles del proyecto. Este grupo de participantes dentro del proyecto juegan un papel de gran importancia en el ciclo del SCRUM y por tanto en la continuidad de este, por la estrecha relación y comunicación durante todo el proceso de ejecución. A este grupo de personas se lo conoce como SCRUM Team, y se encuentran divididos en tres roles: Product Owner, persona que representa al cliente y tiene el objetivo de manifestar las necesidades del negocio; Scrum Master, encargado de ser un mediador entre el Product Owner y Development Team, además este observa si el proceso SCRUM se va desarrollando correctamente; y Development Team, grupo de desarrollo del proyecto responsable de cumplir a tiempo la ejecución y desarrollo de cada sprint. En la Tabla 5 se encuentran los responsables del proyecto los cuales están formado por el tutor de tesis, docente especialista en la temática y estudiantes de titulación respectivamente.

**Tabla 5**

Roles del proyecto

	<b>Roles</b>
<b>Product Owner</b>	Milton Temistocles Andrade
<b>SCRUM Master</b>	Luis Alberto Castillo
<b>Development Team</b>	Lisbeth Adriana Caiza Aldair Ismael Puco

*Nota.* En esta tabla se reflejan los roles definidos para cada participante basada en la metodología SCRUM. Fuente: Elaboración propia.

### ***Planificación del Product Backlog***

Como parte de la planificación del proyecto se encuentra la construcción del Product Backlog con el objetivo de conocer las necesidades más importantes y una estimación de horas trabajo para el desarrollo. Según Schwaber & Sutherland (2013) manifiesta que:

La Lista de Producto enumera todas las características, funcionalidades, requisitos, mejoras y correcciones que constituyen cambios a ser hechos sobre el producto para entregas futuras. Los elementos de la Lista de Producto tienen como atributos la descripción, la ordenación, la estimación y el valor. (p. 15)

En la Tabla 6, se muestra el Product Backlog del proyecto, en la cual se consideró dos tipos de estimaciones, la primera por medio de la técnica “Planning Poker” y la segunda por una estimación de horas consideradas por el grupo de desarrolladores.

Planning Poker es una técnica de estimación, en la cual por medio del manejo de la serie fibonacci modificada se establece un puntaje para cada uno de los requerimientos, comenzando a colocar el primer número de la serie al requerimiento con menor tiempo de



estimación. Esta técnica emplea la serie de fibonacci con el objetivo de dejar un espacio de tiempo para la posibilidad de que aparezca un nuevo requerimiento con un menor tiempo de desarrollo. El valor otorgado en la estimación por planning poker no se encuentra relacionado con las horas de trabajo

**Tabla 6**

*Product Backlong*

<b>Código</b>	<b>Script Backlong</b>	<b>Estimación (Planning Poker)</b>	<b>Prioridad</b>	<b>Estimación (Días)</b>	<b>Orden</b>
RNF01	Levantamiento de requerimientos	3	Alta	1	1
RNF02	Investigación y revisión de la literatura sobre los recursos TIC	5	Alta	8	2
RNF03	Sección de derivadas	20	Media	15	4
RNF04	Sección de integrales	40	Media	15	5
RNF05	Ventana de inicio	8	Media	2	7
RNF06	Sección de manual	13	Media	2	6
RF01	Funcionalidad de calculadora	100	Alta	24	3
RF02	Exportable del aplicativo	120	Media	2	8

*Nota.* En esta tabla muestra la planificación del Blacklog con las estimaciones de sus horas.

Fuente: Elaboración propia.

### ***Planificación de sprint***

Considerando el tiempo de duración para cada una de las tareas del proyecto se procede a planificar las horas de desarrollo por persona y ejecución de cada sprint, es por ello por lo que se dividieron las tareas en un total de 3 sprint.

### **Sprint length**

Considerando la división de tareas por cada sprint se estableció su planificación en donde ninguna sobrepasa las cuatro semanas de desarrollo. Las horas trabajadas diarias son de ocho horas para cada miembro del Development Team. En las tablas 7 y 8 se muestra la duración de días de los sprints y el equipo de desarrollo encargado. Todos los sprints existentes en el proyecto cuenta con el mismo número de días y horas hábiles.

**Tabla 7**

#### *Duración del Sprint Length*

<b>Descripción</b>	<b>Días</b>
Duración del Sprint	18
Días de trabajo	18

*Nota.* En esta tabla se presenta la duración de los sprint y los días de trabajo hábiles para su desarrollo. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**

#### *Equipo de desarrollo*

<b>Responsable</b>	<b>Días hábiles durante el sprint</b>	<b>Horas hábiles por día</b>	<b>Horas hábiles por sprint</b>
Lisbeth Adriana Caiza Guachi	18	8	144

Aldair Ismael Puco Almeida	18	8	144
<b>Total</b>			<b>288</b>

*Nota.* En esta tabla se presenta el equipo de desarrollo con sus días hábiles de trabajo y las horas aplicadas al mismo. Fuente: Elaboración propia.

### **Sprint planning**

Considerando el tiempo de trabajo para cada uno de los Sprint se procede a la definición de cada uno de ellos, especificando cada una de las tareas que la conformaran.

Dentro del Sprint 1 visualizado en la Tabla 9, se contempla las actividades relacionadas a los requisitos previos para el desarrollo del proyecto, como lo son el levantamiento de requerimientos y revisión de literatura, además de la elaboración de ciertas actividades de la funcionalidad de la calculadora, con el objetivo de cumplir con los días hábiles para el desarrollo del aplicativo

### **Tabla 9**

#### *Planificación del sprint 1*

<b>Código</b>	<b>Backlong Item</b>	<b>Tareas</b>	<b>Estimación</b>
<b>RNF01</b>	Levantamiento de requerimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento de requerimientos</li> <li>- Investigación de herramientas similares</li> <li>- Diseño inicial del aplicativo</li> <li>- Preparación metodología SCRUM</li> </ul>	4
<b>RNF02</b>	Investigación y revisión de la	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación de recursos TIC apropiados a la enseñanza</li> </ul>	8

	literatura sobre los recursos TIC	<p>aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selección de recursos TIC más adecuados a ser incorporados en el proceso de enseñanza aprendizaje del Cálculo Diferencial e Integral</li> <li>- Instalación y preparación de herramientas para el desarrollo del aplicativo</li> </ul>	
<b>RF01</b>	Funcionalidad de calculadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación inicial del diseño de la herramienta (Diseño básico)</li> <li>- Establecimiento de funcionalidad a cada uno de los botones para el ingreso de dígitos</li> <li>- Creación de funciones para las operaciones de integración y derivación</li> </ul>	6

*Nota.* En esta tabla se presenta la lista de tareas pertenecientes al Sprint 1. Fuente: Elaboración propia.

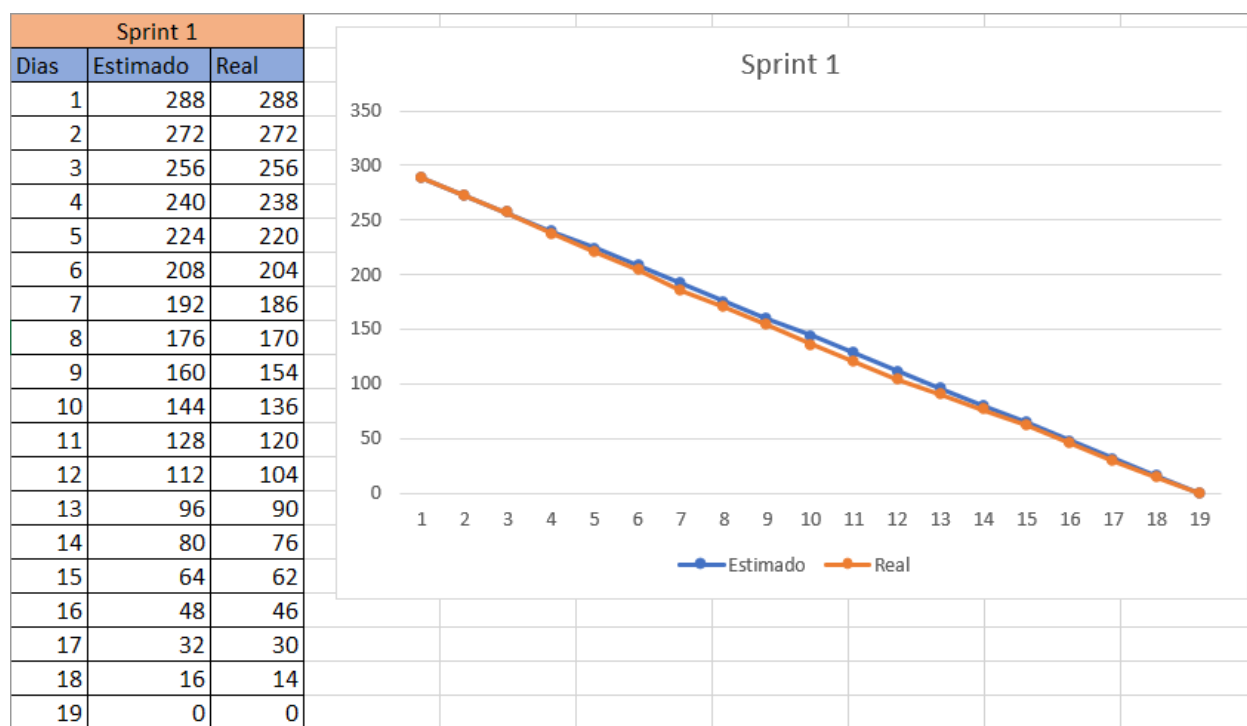
Al llevar a cabo la revisión de la literatura se obtuvo grandes cantidades de documentos relacionados a la temática, 35 de ellos fueron seleccionados para ser citados dentro del proyecto, entre ellos tenemos revistas científicas, libros y páginas web. En ellas se pudo conocer la cantidad de herramientas existentes para la ayuda a estudiantes y docentes en el área de matemática. Una vez observadas y analizadas todas las herramientas, se eligió la más

apta para el desarrollo del aplicativo y se procedió a la instalación de este y de todos sus atributos necesarios.

Una vez instaladas las herramientas necesarias se procedió al desarrollo de la estructura base del aplicativo con el objetivo de desarrollar por separado cada una de sus secciones y posteriormente poder integrarlas. De igual forma se comenzó con una parte de su funcionalidad, en donde todos los dígitos de la calculadora debían de funcionar correctamente y ser derivado o integrado (este resultado se arrojaba sin formato alguno).

### Figura 3

*Gráfica de tiempo del Sprint 1*



*Nota.* En esta figura se presenta la gráfica de tiempo para el desarrollo del Sprint 1 en donde existe un pequeño adelanto los últimos días. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se refleja el tiempo estimado en días para la realización de las actividades pertenecientes al Sprint 1 fue menos de lo estimado puesto que se trabajaron más

horas de las acordadas con el objetivo de obtener una mayor cantidad de días para el desarrollo de procesos más complejos.

En la Tabla 10 se presenta las actividades del Sprint 2 enfocada a toda la funcionalidad de la calculadora. Dicha sección o Sprint es la más importante del proyecto, puesto que el usuario final será con la interactuará en todo momento.

**Tabla 10**

*Planificación del sprint 2*

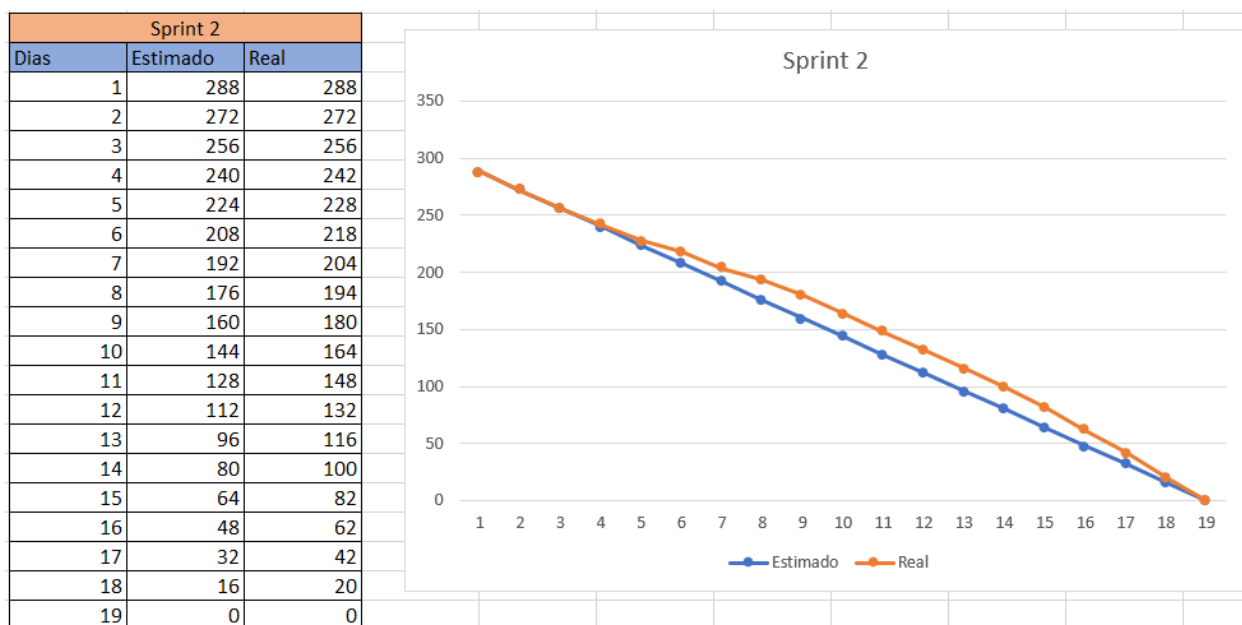
<b>Código</b>	<b>Backlong Item</b>	<b>Tareas</b>	<b>Estimación</b>
<b>RF01</b>	Funcionalidad de calculadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Despliegue de panel cartesiano para la visualización de gráfica de funciones</li> <li>- Desarrollo gráfico de las soluciones arrojadas por el aplicativo</li> <li>- Desarrollo de etiqueta para identificar los elementos gráficos</li> <li>- Adaptación de resultados a lectura de función con Latex</li> <li>- Desarrollo de validaciones en el ingreso de funciones</li> <li>- Diseño final de la sección</li> </ul>	18

*Nota.* En esta tabla se presenta la lista de tareas pertenecientes al Sprint 2. Fuente: Elaboración propia.

La composición del Sprint 2 está compuesta por toda la funcionalidad de la calculadora, es decir el ingreso de caracteres, respuesta y gráfica de la función ingresa. En la Figura 4 se muestra un atrasado de las horas estimadas perteneciente al presente Sprint, la cual se pudo corregir en los últimos días aceptables, cumpliendo de esta manera el tiempo estimado en días del Sprint.

**Figura 4**

*Gráfica de tiempo del sprint 2*



*Nota.* En esta figura se observa la gráfica del tiempo invertido en el desarrollo de funcionalidad del Sprint 2, existe un largo retraso en la planificación. Fuente: Elaboración propia.

El Sprint 3 visualizado en la Tabla 11 se muestran las tareas enfocadas a la sección de derivadas, integrales, manual e inicio. Estas secciones son informativas, en ellas se encontrarán ejemplos, fórmulas y más información para el estudiante. En el presente sprint se pueden visualizar una gran cantidad de actividades a realizar en comparación a los dos sprint

ya mencionados, la diferencia existente entre ellas es que esta última cuenta con procesos más sencillos y rápidos.

**Tabla 11**

*Planificación del sprint 3*

<b>Código</b>	<b>Backlong Item</b>	<b>Tareas</b>	<b>Estimación</b>
<b>RNF03</b>	Sección de derivadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de la interfaz para el contenido de derivadas</li> <li>- Desarrollo de listas de despliegue para los campos de fórmulas, ejemplos y más información</li> <li>- Búsqueda de información para cada uno de los campos mencionados</li> <li>- Inserción de información a cada uno de los campos pertenecientes</li> <li>- Diseño final de la sección</li> </ul>	6
<b>RNF04</b>	Sección de integrales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de la interfaz para el contenido de integrales</li> <li>- Desarrollo de listas de despliegue para los campos de fórmulas, ejemplos y más información</li> <li>- Búsqueda de información para cada uno de los campos mencionados</li> <li>- Inserción de información a cada uno de los campos pertenecientes</li> </ul>	6



---

		- Diseño final de la sección	
<b>RNF06</b>	Sección manual	- Creación de la interfaz de instrucción para el usuario	3
		- Especificar como debe ser el ingreso de funciones	
<b>RNF05</b>	Ventana de inicio	- Creación de la interfaz principal de inicio con la información del proyecto	2
<b>RF02</b>	Exportable del aplicativo	- Generar exportable del aplicativo final	1
		- Colocar imágenes características como icono	

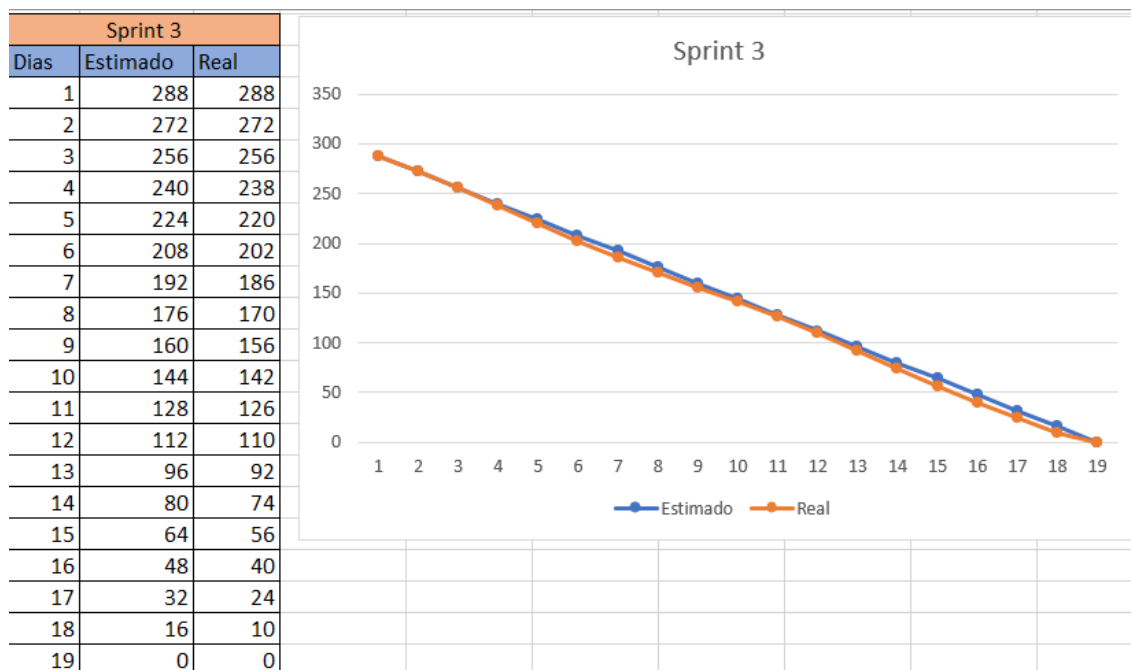
---

*Nota.* En esta tabla se presenta la lista de tareas pertenecientes al Sprint 3. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se muestra un mayor avance en el desarrollo de las actividades del tercer Sprint. Dentro de los días estipulados se trabajaron más horas de las acordadas con el objetivo de evitar nuevamente un atrasado en el desarrollo y entrega del Sprint.

Figura 5

Gráfica de tiempo del Sprint 3



*Nota.* En esta figura se observa la gráfica de tiempo de desarrollo del Sprint 3, existe un adelanto a las actividades asignadas. Fuente: Elaboración propia.

### **Implementación**

La implementación como fase de la metodología SCRUM hace referencia a la entrega final de cada uno de los Sprint mencionados con anterioridad. El grupo de desarrolladores realiza la entrega al product owner por medio de una reunión en donde discuten si el entregable es aceptado o necesita cambio alguno.

#### **Entregable Sprint Backlog 1**

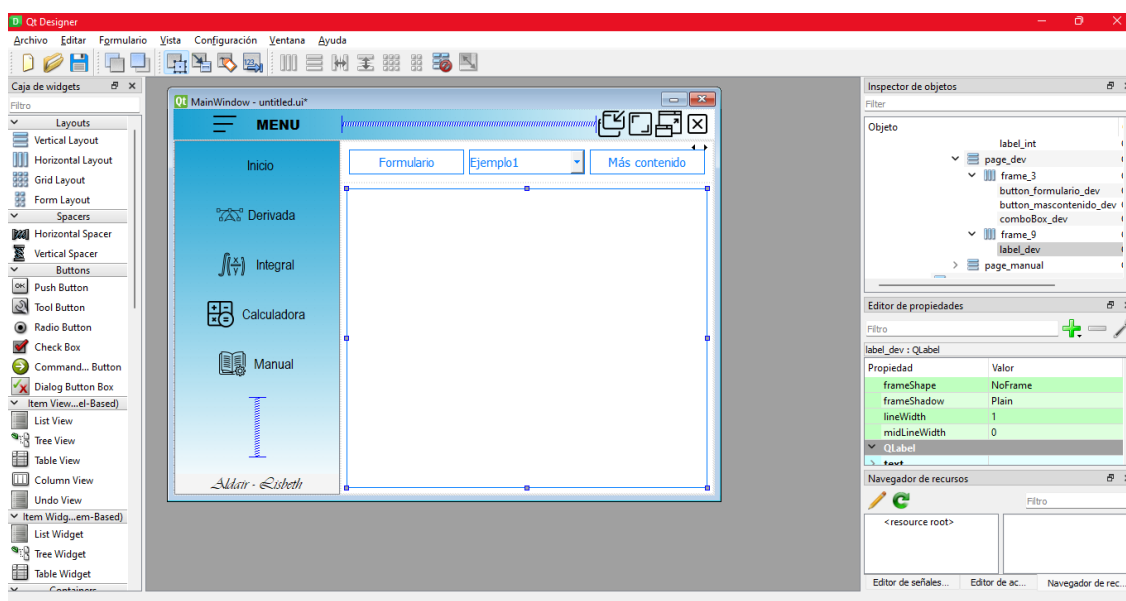
Como es de conocimiento el Sprint 1 hace referencia a la revisión de la literatura y a la instalación de las herramientas necesarias para comenzar con el desarrollo del aplicativo. La herramienta seleccionada para el desarrollo del aplicativo fue Python por la cantidad de

librerías a emplear para procesos matemáticos. Teniendo listo dicho lenguaje de programación, se pasó a la instalación de las librerías necesarias para todos los procesos empleados en la funcionalidad de la calculadora.

Por otra parte, se procedió a la instalación de un diseñador Python con el objetivo de generar las interfaces de una manera más fácil, a través del arrastre de sus componentes. Este diseñador es PyQt5 – Qt Designer es mostrado en la Figura 7, que cuenta con el gran beneficio de arrojar todo el código del diseño una vez terminado en lenguaje Python para efectuar cualquier cambio o añadir diferentes funcionalidades por medio del editor de código de preferencia de los desarrolladores, en este caso, Visual Studio Code.

**Figura 6**

*Interfaz gráfica de Qt Designer*



*Nota.* En la figura se puede observar el diseño de la interfaz del programa Qt Designer. Fuente: Elaboración propia.

El inicio de la funcionalidad de la calculadora también forma parte dentro del desarrollo del Sprint Backlog 1, en donde se establece su funcionalidad mínima, es decir, el ingreso de caracteres y la solución de operaciones básicas como suma, resta, multiplicación, entre otros. Con ella se da paso a las operaciones avanzadas de la sección que serán desarrolladas en el siguiente apartado.

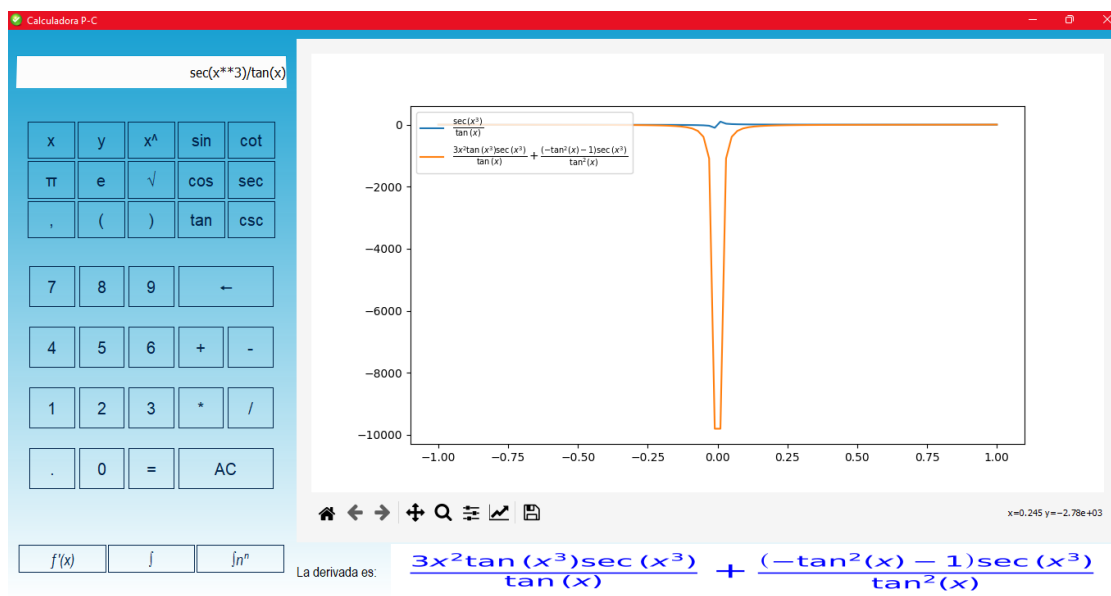
### **Entregable Sprint Backlog 2**

Como parte del entregable del Sprint Backlog 2 se entregó al Product Owner una ventana individual con toda la funcionalidad de la calculadora, parte principal del aplicativo. Esta ventana es la que servirá de apoyo al estudiante para su proceso de enseñanza aprendizaje de la materia de Calculo Diferencial e Integral. Como es de conocimiento, los temarios visualizados para esta asignatura en las tres carreras de la sede están enfocadas al estudio y resolución de problemas de derivación e integración con ciertos porcentajes de dificultad. Cabe mencionar que el aplicativo final es únicamente un recurso de apoyo tanto para el estudiante y el docente, más no emplearla como un aplicativo para la resolución de tareas de forma más rápida o sencilla. El estudiante debe ser capaz de resolver dichas problemáticas de forma manual con cada uno de sus procesos respectivos.

El estudiante será capaz de obtener la respuesta de la función a integrar o a derivar, además de poder visualizar las rectas de cada una de ellas, tal y como se muestra en la figura 8. La respuesta emitida por el programa servirá como validación para que el estudiante analice si la respuesta obtenida y realizada manualmente por él es la correcta. Además de que la respuesta sirva como una constatación, también ayuda a realizar un análisis de enunciados relacionados a la temática, es decir, observar la variación de temperatura, humedad, entre otros si así fuera el caso del ejercicio planteado.

Figura 7

Interfaz de sprint 2 de calculadora



*Nota.* En la siguiente figura se muestra el avance correcto del sprint 2 del desarrollo de la calculadora funcional. Fuente: Elaboración propia.

### Entregable Sprint Backlog 3

Como último entregable tenemos las secciones de derivadas, integrales, manual e inicio, partes informativas del aplicativo que se encuentra dividida de la siguiente manera:

En la figura 9 se puede observar la interfaz o ventana de la sección de derivadas, el cual se encuentra compuesto por tres secciones, fórmulas, ejemplos y más información. La aplicación de esta ventana sirve como un recurso adicional para la ventana de la calculadora, ya que por medio de la visualización de las diferentes fórmulas o ejemplos el estudiante podrá guiarse o saber cómo ingresar de forma correcta la función de derivada a resolver.

Figura 8

Interfaz de sección de derivadas

Función simple	Derivada
$f(x) = k$	$f'(x) = 0$
$f(x) = x$	$f'(x) = 1$
$f(x) = ax + b$	$f'(x) = a$
$f(x) = u(x) + v(x)$	$f'(x) = u'(x) + v'(x)$
$f(x) = k \cdot u(x)$	$f'(x) = k \cdot u'(x)$
$f(x) = u(x) \cdot v(x)$	$f'(x) = u'(x) \cdot v(x) + u(x) \cdot v'(x)$
$f(x) = \frac{u(x)}{v(x)}$	$f'(x) = \frac{u'(x) \cdot v(x) - u(x) \cdot v'(x)}{v^2(x)}$
$f(x) = x^n$	$f'(x) = n \cdot x^{n-1}$
$f(x) = \ln x$	$f'(x) = \frac{1}{x}$
$f(x) = \log_a x$	$f'(x) = \frac{1}{x} \log_a e$
$f(x) = e^x$	$f'(x) = e^x$
$f(x) = a^x$	$f'(x) = a^x \cdot \ln a$
$f(x) = \text{sen } x$	$f'(x) = \text{cos } x$
$f(x) = \text{cos } x$	$f'(x) = -\text{sen } x$
$f(x) = \text{tg } x$	$f'(x) = \frac{1}{\cos^2 x} = 1 + \text{tg}^2 x$
$f(x) = \text{cotg } x$	$f'(x) = \frac{-1}{\text{sen}^2 x} = -(1 + \text{cotg}^2 x)$
$f(x) = \text{arcsen } x$	$f'(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$f(x) = \text{arctg } x$	$f'(x) = \frac{1}{1+x^2}$

*Nota.* En la figura se muestra la interfaz de la sección derivadas. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se puede observar la interfaz de la sección de integrales, el cual se encuentra compuesto por tres secciones al igual que la sección de derivadas. La aplicación de esta ventana sirve como un recurso adicional para la ventana de la calculadora, ya que por medio de la visualización de las diferentes fórmulas o ejemplos el estudiante podrá guiarse o saber cómo ingresar de forma correcta la función integral a resolver.

Figura 9

Interfaz de la sección integrales

MENU

Inicio

Derivada

Integral

Calculadora

Manual

Formulario Ejemplo1 Más contenido

$$\int \frac{x^2}{\sqrt{x}} dx = \int x^{2-1/2} dx = \int x^{3/2} dx =$$

$$= \frac{1}{3/2+1} \int (3/2+1)x^{3/2} dx =$$

$$= \frac{2}{5} \int \frac{5}{2} x^{3/2} dx = \frac{2}{5} x^{5/2} =$$

$$= \frac{2}{5} x^2 \sqrt{x} + C$$

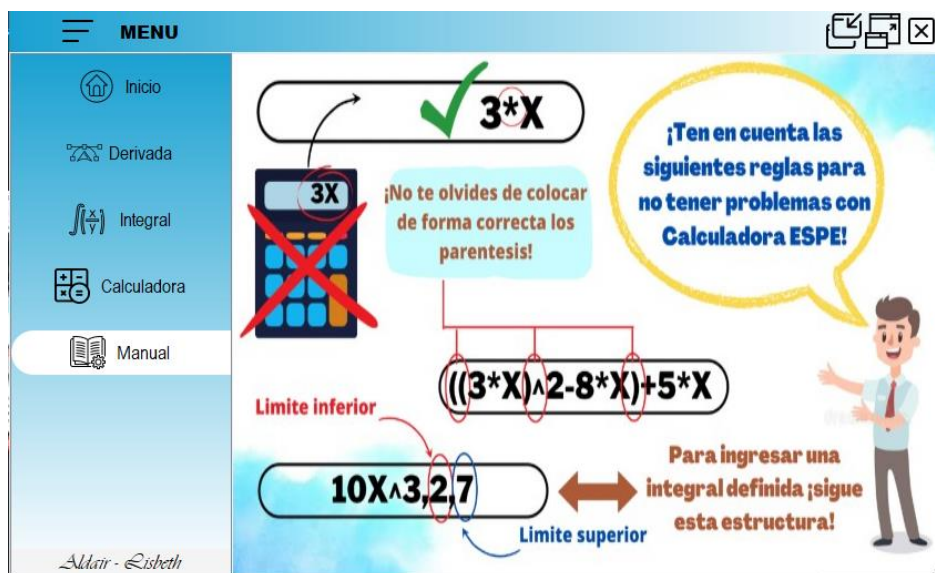
Aldair - Lisbeth

*Nota.* En la figura se muestra la interfaz de la sección integrales. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la sección de manual, tenemos una interfaz amigable para el usuario donde se refleja una serie de reglas para evitar problemas con la funcionalidad de la calculadora. Las reglas principales para considerar se encuentran enfocadas al ingreso de funciones, tal y como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Interfaz de la sección Manual



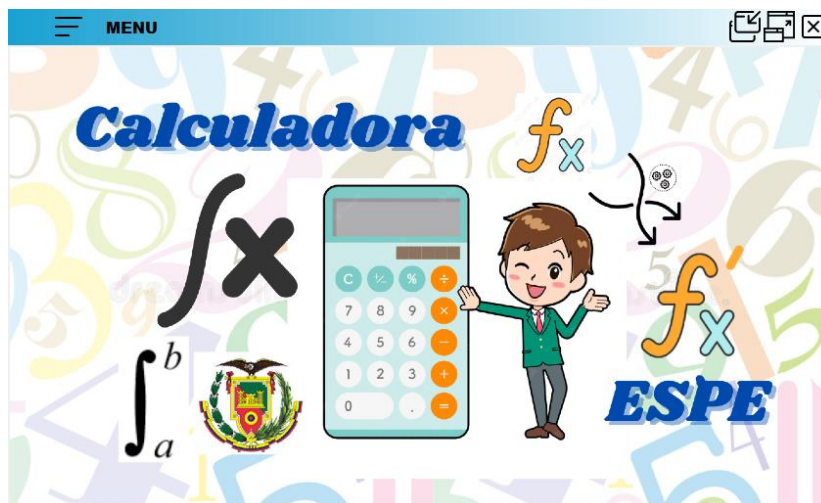
*Nota:* En esta figura se representa las tres reglas principales para el ingreso de funciones dentro de la sección de calculadora. Fuente: Elaboración propia.

Por último, la sección de inicio cuenta con la información principal del proyecto, como lo es el título e integrantes del trabajo de integración curricular, motivo principal por el que se desarrolló dicho aplicativo. Esta información puede ser vista en la Figura 11.



Figura 11

Interfaz de la sección de inicio.



*Nota:* En esta figura se representa la imagen de la sección de inicio. Fuente: Elaboración propia.

### **Revisión y Retrospectiva**

En esta etapa se lleva a cabo el resumen de las reuniones realizadas para la entrega y revisión de cada sprint, además de la evaluación del aplicativo por medio de la herramienta SonarQube. Estas actividades son de gran importancia ya que se realizan los últimos retoques en el aplicativo.

#### **Reuniones para las revisiones de Sprints**

Las reuniones por cada sprint se realizan con el objetivo de que el cliente acepte la entrega final del sprint y de esta manera poder avanzar al siguiente. En caso de que el cliente no este satisfecho con el entregable, este será modificado de inmediato y con los nuevos requerimientos otorgados. Las reuniones realizadas para los sprint fueron en los días intermedios a la fecha límite de entrega para cada uno de ellos, de esta manera se obtendrían dos revisiones. La segunda revisión formaría parte de la reunión de retrospectiva realizada al

finalizar los límites de día de entrega que serán vistos en la siguiente sección. En las Tablas 12, 13 y 14 se observan a más detalle cada una de las revisiones efectuadas para cada sprint.

### Tabla 12

#### *Reunión del Sprint Review 1*

<b>Reunión Sprint Review 1</b>	
<b>Motivo:</b>	Revisión de las actividades pertenecientes al Sprint 1
<b>Fecha:</b>	19/05/2022
<b>Duración:</b>	30 minutos
<b>Participantes:</b>	Lisbeth Caiza - Aldair Puco - Milton Andrade – Luis Castillo
<b>Entregables:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de requerimientos funcionales y no funcionales</li> <li>- Estructura base del aplicativo</li> <li>- Funcionalidad básica de calculadora</li> </ul>
<b>Observaciones:</b>	Corrección de un requerimiento no funcional

*Nota:* En esta tabla se refleja la información perteneciente a la reunión sprint review 1 y sus observaciones. Fuente: Elaboración propia.

### Tabla 13

#### *Reunión del Sprint Review 2*

<b>Reunión Sprint Review 2</b>	
<b>Motivo:</b>	Revisión de las actividades pertenecientes al Sprint 2
<b>Fecha:</b>	09/06/2022
<b>Duración:</b>	1 hora
<b>Participantes:</b>	Lisbeth Caiza - Aldair Puco - Milton Andrade – Luis Castillo
<b>Entregables:</b>	- Integración y derivación de funciones

---

- Visualización de función ingresada y función solución

- Respuesta en formato Latex

**Observaciones:** - Cambio de expresión (\*) por (^) para el ingreso de exponente

- Mostrar resultado en la parte superior de la gráfica en caso no exista inconvenientes con la opción de Latex

---

*Nota:* En esta tabla se refleja la información perteneciente a la reunión sprint review 2 y sus observaciones. Fuente: Elaboración propia.

#### **Tabla 14**

##### *Reunión del Sprint Review 3*

---

#### **Reunión Sprint Review 3**

---

**Motivo:** Revisión de las actividades pertenecientes al Sprint 3

**Fecha:** 01/07/2022

**Duración:** 1 hora

**Participantes:** Lisbeth Caiza - Aldair Puco - Milton Andrade – Luis Castillo

**Entregables:** - Información de derivadas con ejemplos y fórmulas  
 - Información de integrales con ejemplos y fórmulas  
 - Instrucciones de ingreso de funciones en la calculadora

**Observaciones:** Ninguna

---

*Nota:* En esta tabla se refleja la información perteneciente a la reunión sprint review 3 y sus observaciones. Fuente: Elaboración propia.

## Reuniones de retrospectivas para los Sprints

En las Figuras 12, 13 y 14 se reflejan el resumen de las reuniones efectuadas para el análisis del trabajo desarrollado con la finalidad de observar, las tareas realizadas correctamente, los posibles errores surgidos y que actividades deben desarrollarse en el próximo sprint.

**Figura 12**

### *Revisión y retrospectiva del Sprint 1*

Revisión y retrospectiva Sprint 1		
<b>Proyecto:</b>	Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial e integral	
<b>Motivo:</b>	Realizar revisión de la entrega final del Sprint 1	
<b>Fecha:</b>	20/05/2022	
<b>Participantes:</b>	Lisbeth Caiza - Aldair Puco - Luis Castillo	
Retrospectiva		
¿Qué salió bien en la iteración?	¿Qué no salió bien en la iteración?	¿Qué mejoras se van a implementar?
Se presentó todas las actividades completadas del sprint 1	Demora en decidir herramienta a emplear	Avance de la creación de interfaces del producto
Se recolectó una gran cantidad de documentos relacionados al tema	Falta de botones de funciones trigonométricas inversas	Implementación de botones para el ingreso de funciones trigonométricas inversas
Buena orientación de todos los componentes del producto		
Las operaciones básicas como suma, resta, multiplicación y división funcionan de forma correcta		
Se entregó el sprint 1 dentro de los días estimados		

*Nota:* En esta figura se presenta de forma detallada el análisis realizado para el sprint 1.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13

## Revisión y retrospectiva del Sprint 2

Revisión y retrospectiva Sprint 2		
<b>Proyecto:</b>	Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial e integral	
<b>Motivo:</b>	Realizar revisión de la entrega final del Sprint 2	
<b>Fecha:</b>	10/06/2022	
<b>Participantes:</b>	Lisbeth Caiza - Aldair Puco - Luis Castillo	
Retrospectiva		
¿Qué salió bien en la iteración?	¿Qué no salió bien en la iteración?	¿Qué mejoras se van a implementar?
Se presentó todas las actividades completadas del sprint 2	Problemas en la manera de visualizar la gráfica de resultados (Dificultad en la decisión de desarrollo)	Aplicación de ventana responsive
Permite la funcionalidad de derivar e integrar cualquier tipo función (hasta máximo 256 caracteres)		
Se presenta la gráfica de la función y su respuesta		
Se entregó el sprint 2 dentro de los días estimados		

*Nota:* En esta figura se presenta de forma detallada el análisis realizado para el sprint 2.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14

*Revisión y retrospectiva del Sprint 3*

Revisión y retrospectiva Sprint 3		
<b>Proyecto:</b>	Las tecnologías de información y comunicación aplicadas al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial e integral	
<b>Motivo:</b>	Realizar revisión de la entrega final del Sprint 3	
<b>Fecha:</b>	01/07/2022	
<b>Participantes:</b>	Lisbeth Caiza - Aldair Puco - Luis Castillo	
Retrospectiva		
¿Qué salió bien en la iteración?	¿Qué no salió bien en la iteración?	¿Qué mejoras se van a implementar?
Se presentó todas las actividades completadas del sprint 3	Problemas con la distribución de imágenes	
Se recolectó información de calidad sobre las derivadas para el estudiante (imágenes, formulas, etc)		
Se recolectó información de calidad sobre las integrales para el estudiante (imágenes, formulas, etc)		
Interfaz intuitiva en la sección de manual		
Interzal principal de inicio con información detallada sobre el proyecto		

*Nota:* En esta figura se presenta de forma detallada el análisis realizado para el sprint 3.

Fuente: Elaboración propia.

### Evaluación del sistema

Como último punto de la metodología Scrum tenemos la evaluación del sistema, la cual fue dividida en tres secciones, la primera hace referencia a las pruebas unitarias que se desarrollaron hacia los componentes de cada sprint, la segunda al desarrollo de pruebas unitarias de la interfaz gráfica y la tercera a las pruebas de integración de todos los componentes que se crearon durante el desarrollo del aplicativo. Con el desarrollo de la presente sección se podrá observar calidad y funcionalidad del aplicativo, es decir, comprobar

si todos sus componentes existentes funcionan de forma correcta y se encuentran debidamente integrados.

### ***Pruebas unitarias de los componentes de los sprint***

En esta sección se muestran las pruebas unitarias de los componentes de cada uno de los sprint con el objetivo de dar a conocer las principales problemáticas obtenidas en el proceso de desarrollo del aplicativo.

#### **Prueba de los componentes del sprint 1**

Al comenzar con el desarrollo del aplicativo surgieron diferentes dudas de que extensiones o librerías del lenguaje de programación seleccionado emplear, entre las alternativas estaban Tkinter y PyQt5, ambas brindaban diferentes propiedades para el mejor diseño de las interfaces. En la Tabla 15 se muestra la comparativa entre Tkinter y PyQt5 con el objetivo de seleccionar una de ellas.

**Tabla 15**

*Comparación de las herramientas de sprint 1*

<b>Herramienta</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Tkinter	<p>Disponible sin cargo para uso comercial.</p> <p>Se presenta en la biblioteca Python subyacente.</p> <p>La creación de ejecutables para las aplicaciones de Tkinter es más accesible.</p> <p>Simple de entender y dominar</p>	<p>Tkinter no incluye widgets avanzados.</p> <p>No tiene una herramienta similar a Qt Designer para Tkinter.</p> <p>No tiene un aspecto nativo</p>

---

PYQT5	<p>Flexibilidad de codificación: Su GUI está diseñada alrededor de señales para establecer comunicación entre objetos.</p> <p>Utiliza una amplia gama de APIs de plataformas nativas con el propósito de redes, creación de bases de datos y mucho más.</p> <p>Ofrece varios componentes de la interfaz de usuario.</p> <p>Fácil acceso a una amplia gama de documentación.</p>	<p>Falta de documentación para las clases de PyQt5</p> <p>Requiere mucho tiempo para entender todos los detalles de PyQt</p>
-------	---	--

---

*Nota:* En esta tabla se muestra las ventajas y desventajas de Tkinter y PyQt5. Fuente: (Maker, 2019).

Considerando los beneficios de cada uno de los componentes, se optó por el empleo de PyQt5 debido a la facilidad de originar las interfaces gráficas y colocar el diseño de las mismas. Una vez comenzado con el desarrollo de las actividades del primer sprint por medio de la herramienta seleccionada no existió ningún inconveniente y se logró obtener completamente la funcionalidad de integrales y derivadas de la calculadora, tal y como se especificó en el sprint 1.

En la Tabla 16 se muestra la prueba de los componentes existentes para el sprint 1 y la descripción breve de las problemáticas obtenidas. En este caso no hubo problema alguno se colocó como observación “Ninguno”.



**Tabla 16***Prueba unitaria de componente de sprint 1*

<b>Componentes de sprint 1</b>	<b>Problemas</b>
Estructura básica del aplicativo	Ninguno
Funcionalidad de botones de ingreso	Ninguno
Funcionalidad de derivadas e integrales	Ninguno

*Nota.* En la tabla se muestra los componentes del sprint 1 con su descripción del problema.

Fuente: Elaboración propia.

### **Prueba de los componentes del sprint 2**

Los componentes considerados dentro del sprint 2 radican en la funcionalidad de la gráfica de la solución y visualización del mismo, en donde surgieron diferentes problemas de programación que fueron solucionados por medio de la búsqueda de diferentes recursos, tal y como se muestra en la Tabla 17.

**Tabla 17***Prueba unitaria de componente de sprint 2*

<b>Componentes de sprint 2</b>	<b>Problemas</b>	<b>Solución</b>
Despliegue de la grafica	Adaptabilidad entre las librerías de PyQt5 con Matplotlib.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de librerías de Matplotlib que trabajen bajo la extensión de PyQt5.</li> <li>- Uso de librería Matplotlib qt5agg</li> </ul>

---

	Falta de conocimiento al relacionar componentes PyQt5 con la librería Matplotlib.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lectura de documentación completa sobre la librería Matplotlib.</li><li>- Uso de componentes adaptativos a la librería (widget, label)</li></ul>
Gráfico de las funciones	Problemática en organización de los componentes de la gráfica	<ul style="list-style-type: none"><li>- Distribución y definición de funciones por separado</li><li>- Resultado en variables independientes.</li></ul>
	Problemática en la muestra de la función original y función resultado al mismo tiempo	<ul style="list-style-type: none"><li>- Separar la función original en una clase distinta a la función resultado.</li></ul>
	Problemática en la distribución de escala en coordenadas x, y	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lectura de documentación de Matplotlib</li></ul>

---

---

		<ul style="list-style-type: none"><li>- Uso de la librería Numpy (linspace)</li></ul>
Etiqueta de elementos gráficos	Problemática en muestra de la etiqueta para los resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lectura completa de la librería Matplotlib</li><li>- Uso de la herramienta lended</li></ul>
Muestra de resultado	Diseño erróneo para la muestra de resultados	<ul style="list-style-type: none"><li>- Búsqueda de recursos con estructura definidas (LaTeX)</li></ul>
	Búsqueda errónea y ambigua de información e intento de adaptabilidad con versiones obsoletas	<ul style="list-style-type: none"><li>- Búsqueda de información actualizada y compatible.</li><li>- Uso de herramienta SVG como formato adaptable para PyQt5</li></ul>
Validaciones	Búsqueda de información errónea y ambigua.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Búsqueda de validaciones direccionadas a PyQt5.</li><li>- Dar seguimiento de la estructura de las</li></ul>

---

---

ejemplificaciones  
encontradas

---

*Nota.* En la tabla se muestra los componentes del sprint 2 describiendo su problemática con las soluciones que se realizaron. Fuente: Elaboración propia.

### **Prueba de los componentes del sprint 3**

Los componentes existentes dentro del sprint 3 fueron menos que los de dos anteriores debido a que sus secciones son más informativas que funcionales, es por ellos que los problemas encontrados algunos repetitivos y no de gran dificultad. Se realizó la unificación de diversos problemas debido a que un mismo problema surgió en las diferentes secciones, esto puede ser visto en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Prueba unitaria de componente de sprint 3*

<b>Componentes de sprint 3</b>	<b>Problemas</b>	<b>Soluciones</b>
Lista de despliegue de las secciones derivada e integral	Ninguno	Ninguno
Inserción de información en las secciones de la interfaz	Problemática en adaptabilidad de imágenes de las secciones	- Adaptar el margen a la interfaz del usuario (hacerlo responsive)
	Tipo de formato de imágenes muy pesadas para ser cargadas	- Transformar imágenes png a tipo base 64

---

Exportable del aplicativo	Función LaTeX deja de funcionar cuando se realiza el exportable del aplicativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de librería adecuada para la compatibilidad de la función.</li> <li>- Uso de librería Matplotlib adaptado a formato SVG.</li> </ul>
	Problemática en la muestra del icono del aplicativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformar icono a base64 y adaptarlo dentro del ejecutable.</li> </ul>
	El ejecutable del aplicativo era muy pesado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambiar el aplicativo como un instalador extraíble</li> </ul>

*Nota.* En la tabla se muestra los componentes del sprint 3, sus problemas y soluciones. Fuente: Elaboración propia.

### ***Pruebas unitarias de la interfaz gráfica***

Para establecer las pruebas unitarias de la interfaz gráfica se llevó a cabo la realización de pruebas automatizadas con el objetivo de la optimización de tiempo, ya que por medio de estas podemos hacer uso de herramientas externas que nos permitan realizar una revisión y validación del aplicativo. Para este proceso se empleó la herramienta APPIUM, que permite el uso de marcos de pruebas para proyectos con lenguaje de programación como C#, Python, Ruby, entre otros. Con ayuda de APPIUM y un servidor local, en nuestro caso

WINAPPDRIVER se efectuó la automatización de la aplicación “Calculadora ESPE” y se procedió a testearla.

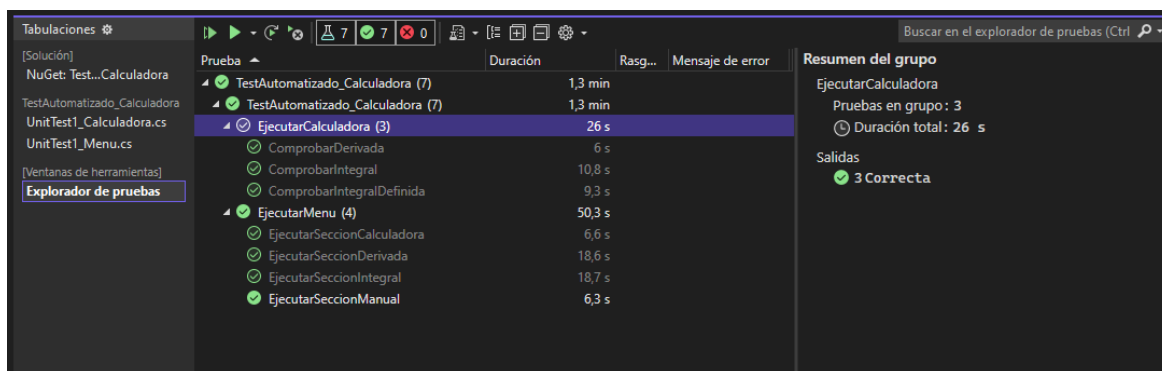
Las pruebas automatizadas realizadas son divididas por secciones del proyecto, es decir por interfaces gráficas. El aplicativo se encuentra dividida por secciones, la primera hace referencia a todas las interfaces del menú (inicio, derivadas, integrales y manual) y el segundo referente a la interfaz de calculadora. Las pruebas de funcionalidad de las interfaces reciben los nombres de:

- UniTest\_Menu
- UniTest\_Calculadora

Dentro de la prueba UniTest\_Menu, se generaron las pruebas unitarias para los componentes de sección calculadora, derivada, integral y menú; por otro lado, en UniTest\_Calculadora se encuentran las pruebas de funcionalidad enfocadas a la comprobación de derivadas, integrales e integrales definidas. Al realizar las pruebas encontradas en UniTest\_Menu y UniTest\_Calculadora se obtuvo un resultado de 30.8 segundos de ejecución, tal y como se muestra en la Figura 15.

**Figura 15**

*Pruebas unitarias del aplicativo*



*Nota:* En esta figura se muestra la ejecución de las pruebas de funcionalidad pertenecientes a Unitest\_Menu y UniTest\_Calculadora en donde se puede visualizar que todas funcionan de forma correcta. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran las pruebas unitarias pertenecientes a la parte gráfica del aplicativo por medio de tablas que resumen la funcionalidad o no del componente a probar. En las Figuras 16, 17, 18 y 19 se muestran las pruebas pertenecientes a la clase menú encontradas dentro de UniTest\_Menu, cuya información es más informativa que funcional.

### Figura 16

#### *Reporte de prueba unitaria – Sección Calculadora*

<b>Fecha:</b>	20/05/2022		
<b>Nombres del testers:</b>	Aldair Puco – Lisbeth Caiza		
<b>Modulo:</b>	Menú – Sección Calculadora		
<b>Objetivo:</b>	Abrir la interfaz calculadora		
<b>Acción:</b>	Seleccionar el botón “Calculadora”		
<b>Resultado esperado:</b>	Interfaz de calculadora abierta		
<b>Resultado obtenido:</b>	La interfaz de calculadora se abrió correctamente		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna		
<b>Se encontró algún error:</b>	<b>Si</b>		<b>No</b> <b>X</b>

*Nota:* En esta figura se muestra de forma resumida la prueba de funcionalidad perteneciente al botón “Calculadora”. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17***Reporte de prueba unitaria – Sección Derivadas*

<b>Fecha:</b>	01/07/2022		
<b>Nombres del testers:</b>	Aldair Puco – Lisbeth Caiza		
<b>Modulo:</b>	Menú – Sección Derivadas		
<b>Objetivo:</b>	Comprobar la funcionalidad de los botones “Formulario” – “Ejemplo1” – “Mas Contenido”		
<b>Acción:</b>	Ingresar a la sección derivadas y comprobar los botones		
<b>Resultado esperado:</b>	Muestra correctamente las imágenes y redirección a videos.		
<b>Resultado obtenido:</b>	Muestra exitosamente las imágenes y redirige a la sección de más contenido.		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna		
<b>Se encontró algún error:</b>	<b>Si</b>		<b>No</b> X

*Nota:* En esta figura se muestra de forma resumida la prueba de funcionalidad perteneciente a los botones de la sección “Derivadas”. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 18***Reporte de prueba unitaria – Sección Integrales*

<b>Fecha:</b>	01/07/2022		
<b>Nombres del testers:</b>	Aldair Puco – Lisbeth Caiza		
<b>Modulo:</b>	Menú – Sección Integrales		
<b>Objetivo:</b>	Comprobar la funcionalidad de los botones “Formulario” – “Ejemplo1” – “Mas Contenido”		
<b>Acción:</b>	Ingresar a la sección integrales y comprobar los botones		
<b>Resultado esperado:</b>	Muestra correctamente las imágenes y redirección a videos.		
<b>Resultado obtenido:</b>	Muestra exitosamente las imágenes y redirige a la sección de más contenido.		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna		
<b>Se encontró algún error:</b>	<b>Si</b>		<b>No</b> X

*Nota:* En esta figura se muestra de forma resumida la prueba de funcionalidad perteneciente a los botones de la sección “Integrales”. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 19***Reporte de prueba unitaria – Sección Manual*

<b>Fecha:</b>	01/07/2022		
<b>Nombres del testers:</b>	Aldair Puco – Lisbeth Caiza		
<b>Modulo:</b>	Menú – Sección Manual		
<b>Objetivo:</b>	Mostrar la sección manual		
<b>Acción:</b>	Seleccionar el botón "Manual"		
<b>Resultado esperado:</b>	Muestre la sección manual con la imagen de instrucciones		
<b>Resultado obtenido:</b>	Se mostro correctamente la sección manual con su imagen		
<b>Observaciones:</b>	Ninguno		
<b>Se encontró algún error:</b>	<b>Si</b>		<b>No</b> X

*Nota:* En esta figura se muestra de forma resumida la prueba de funcionalidad perteneciente al botón "Manual". Fuente: Elaboración propia.

En las Figuras 20, 21 y 22 se muestran las pruebas funcionales pertenecientes a la clase calculadora encontradas dentro de UniTest\_Calculadora. En esta sección todas las pruebas son funcionales ya que cada uno de sus componentes cuenta con la ejecución de un proceso en específico y donde cuyo resultado debe ser exacto y verdadero.

**Figura 20***Reporte de prueba unitaria – Función Derivada*

<b>Fecha:</b>	10/06/2022		
<b>Nombres del testers:</b>	Aldair Puco – Lisbeth Caiza		
<b>Modulo:</b>	Función Derivada		
<b>Objetivo:</b>	Derivar la función asignada		
<b>Acción:</b>	Escribir una función y ejecutar el botón "f'(x)"		
<b>Resultado esperado:</b>	Gráfica de la función y resultado de la derivada		
<b>Resultado obtenido:</b>	Gráfica y resultados mostrados correctamente		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna		
<b>Se encontró algún error:</b>	<b>Si</b>		<b>No</b> X

*Nota:* En esta figura se muestra de forma resumida la prueba de funcionalidad perteneciente al botón “f(x)”, cuyo propósito es realizar la derivación de una función. Fuente: Elaboración propia.

### Figura 21

#### *Reporte de prueba unitaria – Función Integral Indefinida*

<b>Fecha:</b>	10/06/2022		
<b>Nombres del testers:</b>	Aldair Puco – Lisbeth Caiza		
<b>Modulo:</b>	Función Integral Indefinida		
<b>Objetivo:</b>	Integrar la función asignada		
<b>Acción:</b>	Escribir una función y ejecutar el botón “f”		
<b>Resultado esperado:</b>	Gráfica de la función y resultado de la integral		
<b>Resultado obtenido:</b>	Gráfica y resultados mostrados correctamente		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna		
<b>Se encontró algún error:</b>	<b>Si</b>		<b>No</b> X

*Nota:* En esta figura se muestra de forma resumida la prueba de funcionalidad perteneciente al botón “f”, cuyo propósito es realizar la integración indefinida de una función. Fuente: Elaboración propia.

### Figura 22

#### *Reporte de prueba unitaria – Función Integral Definida*

<b>Fecha:</b>	10/06/2022		
<b>Nombres del testers:</b>	Aldair Puco – Lisbeth Caiza		
<b>Modulo:</b>	Función Integral Definida		
<b>Objetivo:</b>	Integrar una función con sus limites		
<b>Acción:</b>	Ingresar la función con sus límites superiores y limites inferiores y ejecutar el botón “f <sub>a</sub> ”		
<b>Resultado esperado:</b>	Resultado de la función en número entero		
<b>Resultado obtenido:</b>	Resultado exitoso		
<b>Observaciones:</b>	Ninguna		
<b>Se encontró algún error:</b>	<b>Si</b>		<b>No</b> X

*Nota:* En esta figura se muestra de forma resumida la prueba de funcionalidad perteneciente al botón “ $\int^n$ ”, cuyo propósito es realizar la integración definida de una función. Fuente:

Elaboración propia.

### ***Pruebas de Integración***

El desarrollo del aplicativo fue seccionado por versiones, así como el ciclo de lanzamiento de un software, esto servirá para ir mostrando en cada versión los requerimientos que fueron asignados por cada sprint, en la Figura 23 se muestra la creación de carpetas según avanza el proyecto.

### **Figura 23**

*Versiones del desarrollo del aplicativo*

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Pre-Alfa 1.1	12/05/2022 11:33	Carpeta de archivos	
Alfa 1.1	12/05/2022 12:10	Carpeta de archivos	
Alfa 1.2	24/05/2022 12:31	Carpeta de archivos	
Alfa 1.3	22/06/2022 20:03	Carpeta de archivos	
Alfa 1.4	28/06/2022 12:19	Carpeta de archivos	
Beta 1.1	11/07/2022 18:08	Carpeta de archivos	

*Nota.* En la siguiente figura se pueden apreciar las carpetas que contienen cada versión según se iba desarrollando el proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo de forma ordenada las versiones del aplicativo se puede llevar a cabo de forma más rápida la integración de componentes puesto que en cada una de ellas se realiza un avance respectivo al sprint trabajado. Posteriormente de la integración de componentes se efectúa el análisis de este por medio de la herramienta SonarQube, el cual nos arroja información relevante del aplicativo como vulnerabilidades, bugs, duplicaciones de código, entre otros. Por medio de los resultados y calificación arrojados por la herramienta, se procede

a la corrección del código en caso de que sea necesario hasta obtener un puntaje de A o como máximo B.

### **Integración de Sprint 1 con Sprint 2**

Para la realización de la prueba de integración del sprint 1 con el sprint 2, se describen las funcionalidades que se fueron desarrollando en cada sprint según la lista de requerimientos que fueron asignadas, dentro de los requerimientos muestra que el sprint 2 están todas las funciones de la calculadora, esto sirve para poder describir la interacción como lo muestra en la Tabla 19, por lo que al unir los dos sprint y comprobar que no ocurrió ningún tipo de bug o error. Tomando en cuenta que las versiones de cada sprint 1 cuenta con su versión dentro del proyecto que es “Alfa 1.2” y la versión de sprint 2 pertenece a “Alfa 2.1”.

**Tabla 19**

*Interacción de Sprint 1 con Sprint 2*

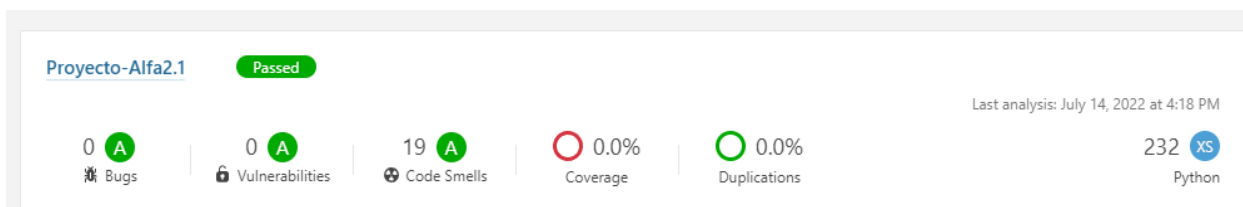
<b>Sprint 1</b>	<b>Sprint 2</b>	<b>Interacción</b>
Llamado a la interfaz calculadora	Funcionalidad de los botones	La clase de Main llama
	Funcionalidad de derivada	mediante una función al
	Funcionalidad de la integral	módulo de calculadora
	Funcionalidad de la integral definida	con todas sus funciones
	Funcionalidad de la gráfica de la función ingresada	
	Funcionalidad de resultado en imagen LATEX	

*Nota.* En la siguiente tabla se muestra las funcionalidades de cada sprint con su respectiva interacción dentro del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Para la comprobación de interacción de los sprint se analiza la versión Alfa 1.2 que está integrado con Alfa 2.1, con la herramienta de SonarQube, y como se puede observar en la Figura 24 de un puntaje de A no existe ninguna bugs o vulnerabilidad de este.

## Figura 24

*Comprobación de sprint 1 y sprint 2 con versión 2.1*



*Nota.* En la siguiente figura se observa la puntuación de la integración de los sprint mediante la versión 2.1. Fuente: Elaboración propia.

### Integración de Sprint 2 con Sprint 3

Para la prueba de integración del sprint 2 con el sprint 3 se describe la funcionalidad según la lista de requerimientos basados dentro del sprint 2, las cuales fueron las secciones que caracterizan la interfaz de menú. Con respecto al sprint 3, se crean las funcionalidades de realizar los llamados a cada una de las secciones del menú. Finalmente, se crea las interacciones de cada una de sus secciones como lo muestra en la Tabla 20. De la misma manera, la versión del sprint 2 se detalla con “Alfa 1.3” y sprint 3 con “Alfa 3.1”.

## Tabla 20

*Interacción de Sprint 2 con Sprint 3*

Sprint 2	Sprint 3	Interacción
----------	----------	-------------

Módulo de interfaz de la sección de inicio	Función de llamado de sección de inicio	Muestra la sección de inicio en la interfaz
Módulo de interfaz de la sección de derivada	Función de llamado de sección de derivada	Muestra la sección de derivada en la interfaz
	Función de botón formulario	Muestra las imágenes y redirecciona de acuerdo con la opción elegida.
	Función de botón ejemplos	
	Función de botón más contenido.	
Módulo de interfaz de la sección de integral	Función de llamado de sección de integral	Muestra la sección de integral en la interfaz
	Función de botón formulario	Muestra las imágenes y redirecciona de acuerdo con la opción elegida.
	Función de botón ejemplos	
	Función de botón más contenido	
Módulo de interfaz de la sección de calculadora	Función de llamado a la interfaz calculadora	Abre la interfaz de la calculadora
Módulo de interfaz de la sección de manual	Función de llamado de sección de manual	Muestra la sección de manual en la interfaz, con la imagen representativa

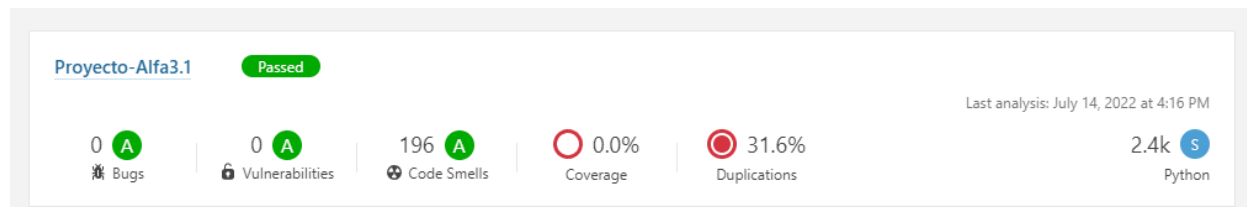
*Nota.* En la siguiente tabla se muestra las funcionalidades de cada sprint con su respectiva interacción dentro del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que la integración anterior, la integración del sprint 2 con el sprint 3 fue efectuado en SonarQube, donde por medio de su resultado nos arroja que Alfa 1.3 con Alfa 3.1 se concretó de una manera exitosa, obteniendo un puntaje de A, tal y como se puede observar

en la Figura 25. Cabe destacar que existe un 31.6% de duplicidad debido a existen múltiples interfaces.

## Figura 25

*Comprobación de sprint 2 y sprint 3 con versión 3.1*



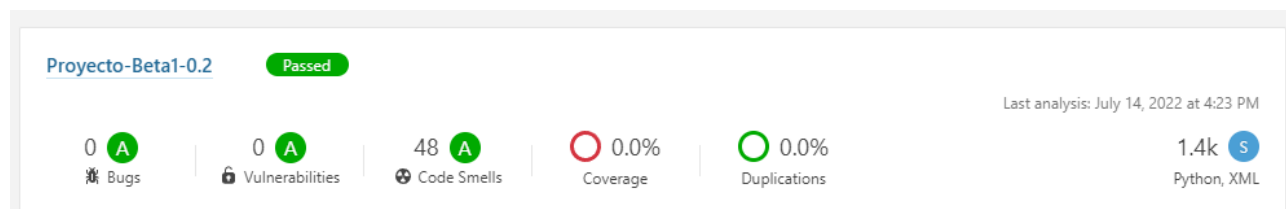
*Nota.* En la siguiente figura se observa la puntuación de la integración de los sprint mediante la versión 3.1. Fuente: Elaboración propia.

### Integración final del proyecto.

Para la evaluación final de igual manera se utiliza el programa de SonarQube, ya integrados todos los sprint en un solo proyecto. Esto se desarrolló en una versión Beta 0.2, como se puede observar en la Figura 26, igualmente se obtuvo una puntuación de A.

## Figura 26

*Comprobación final de todo el proyecto*



*Nota.* En la siguiente figura se observa la puntuación de la integración de la versión final con todos los sprint integrados. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la comprobación final del proyecto cuenta con una calificación de A y sin ningún tipo de error porque se llevó a cabo buenas prácticas de programación durante todo el desarrollo del aplicativo y todas las problemáticas existentes en su desarrollo fueron totalmente solucionadas antes de efectuar dicha prueba dentro del SonarQube.



## Capítulo 4 Caso de estudio

### Aplicación del sistema

En la siguiente sección se explicará de manera detallada los pasos y descripción de componentes necesarios para que el usuario comprenda de manera correcta la instalación y funcionalidad del aplicativo.

### *Instalación del sistema*

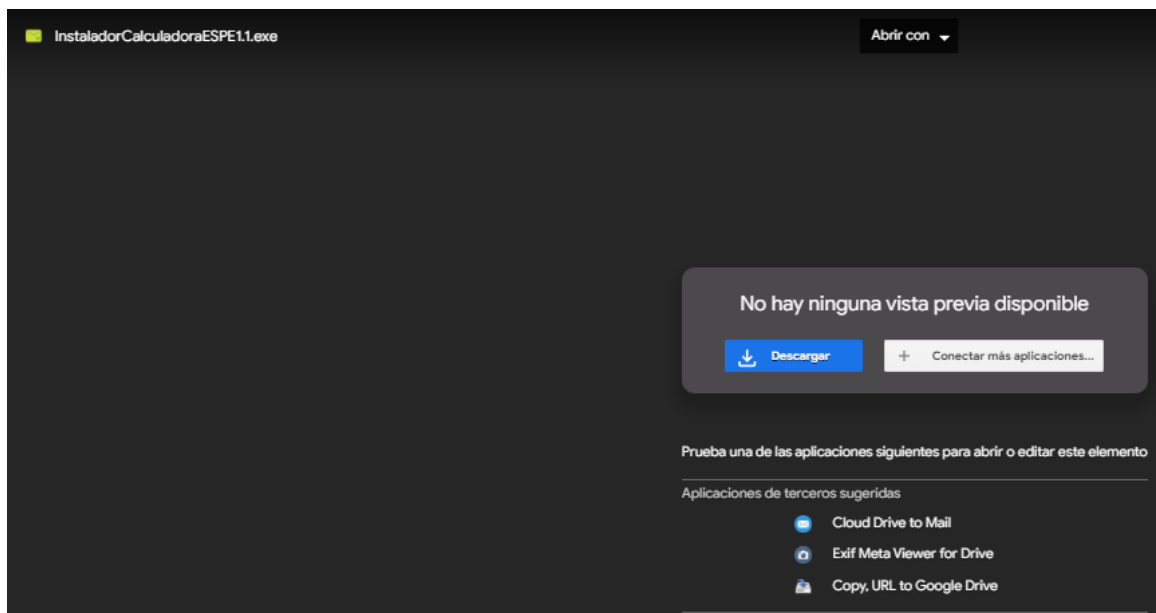
El entregable del aplicativo es un instalador llamado “InstaladorCalculadoraESPE.exe”, por lo que existen requerimientos mínimos de sistema para poder instalar el aplicativo correctamente, los requerimientos son:

- Sistema operativo Windows 8, 10 u 11.
- Computador con una CPU mínimo Intel® Core™2 Duo. Este CPU es el mínimo requerimiento para una computadora de escritorio, computadores con procesadores superiores el aplicativo ejecuta normalmente.
- Conexión estable de internet.

Para comenzar con la instalación del aplicativo se debe acceder al link de descarga proporcionada y compartida por el área de Ciencias Exactas, en el cual se podrá visualizar el botón de descarga, tal y como se muestra en la Figura 27.

## Figura 27

*Sitio para descargar aplicativo*

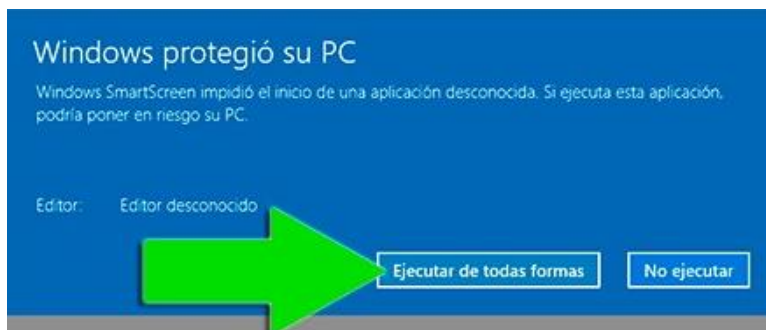


*Nota.* En la figura se observa el sitio donde se descarga el instalador “InstaladorCalculadoraESPE.exe”. Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar con la descarga haga clic en el instalador “InstaladorCalculadoraESPE.exe”, automáticamente se extraerán los archivos necesarios y se preparará la instalación. En caso de aparecer una ventana como en la Figura 28 solo se redirijase a la opción “Más Información” y dar clic en “Ejecutar de todas formas”.

**Figura 28**

*Mensaje de Windows protegió su PC*

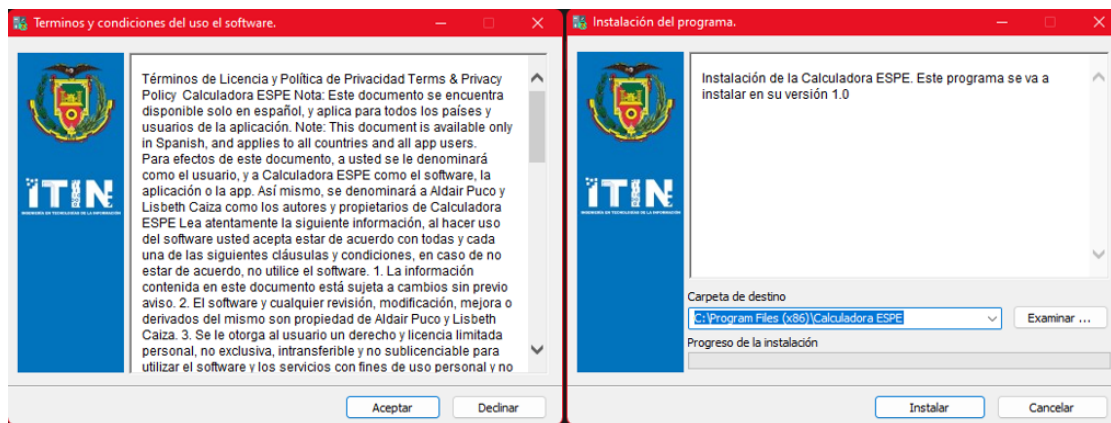


*Nota.* En la figura se observa el mensaje de advertencia de Windows protegió su PC al ejecutar el instalador en una nueva computadora. Fuente: Elaboración propia.

Luego de ello aparecerá un cuadro de diálogo con el contrato de licencia, haga clic en el botón de opción “aceptar”, y, a continuación, seleccione en “instalar”, CalculadoraEspe se instalará en la carpeta C:\Program Files (x86)\Calculadora ESPE, como se puede visualizar en la Figura 29, una vez dado al botón instalar, se procederá con la instalación del aplicativo y su ejecución.

**Figura 29**

*Ventanas de instalación del aplicativo*



*Nota.* En la figura se observar las ventanas de instalación del aplicativo “CalculadoraESPE”.

Fuente: Elaboración propia.

### ***Proceso de uso del sistema***

Para la explicación del funcionamiento del sistema primero cabe mencionar que el aplicativo se divide en dos interfaces las cuales están compuestas de: menú y calculadora.

Después de la instalación del aplicativo se crea un acceso directo en el escritorio, así como lo muestra en la Figura 30, para abrir el programa se realiza doble clic en el mismo.

### **Figura 30**

*Icono de "CalculadoraESPE"*

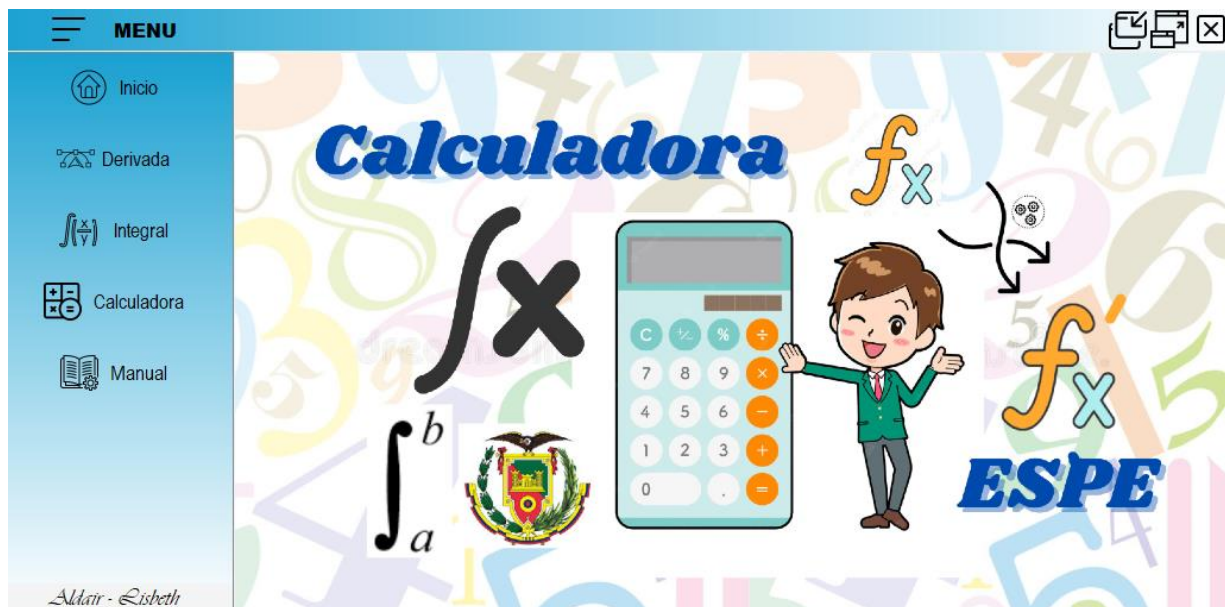


*Nota.* En la figura se observa el acceso directo del aplicativo ubicado en el escritorio “CalculadoraESPE”. Fuente: Elaboración propia.

En la primera ventana se visualiza la sección de inicio, este cuenta con un botón menú desplegable que se muestra en la parte derecha de la interfaz, en ella existen las secciones de derivada, integral, calculadora y manual, como lo muestra en la Figura 31.

Figura 31

Interfaz de sección de inicio



*Nota.* En la figura se observa la presentación de la sección de inicio. Fuente: Elaboración propia.

Los apartados de derivadas e integrales cuentan con la misma estructura, la cual se encuentra conformada por: formulario, ejemplos y más contenido. Es por ello que su explicación será unificada para no redundar. En las opciones de formulario y ejemplo existe información relevante para el usuario, ya que por medio de la visualización de imágenes específicas este podrá observar las fórmulas existentes para integrales y derivadas, además ejemplos prácticos de las mismas, tal y como se muestra en la Figura 32.

Figura 32

Interfaz de la sección derivada e integral representando acción de formulario.

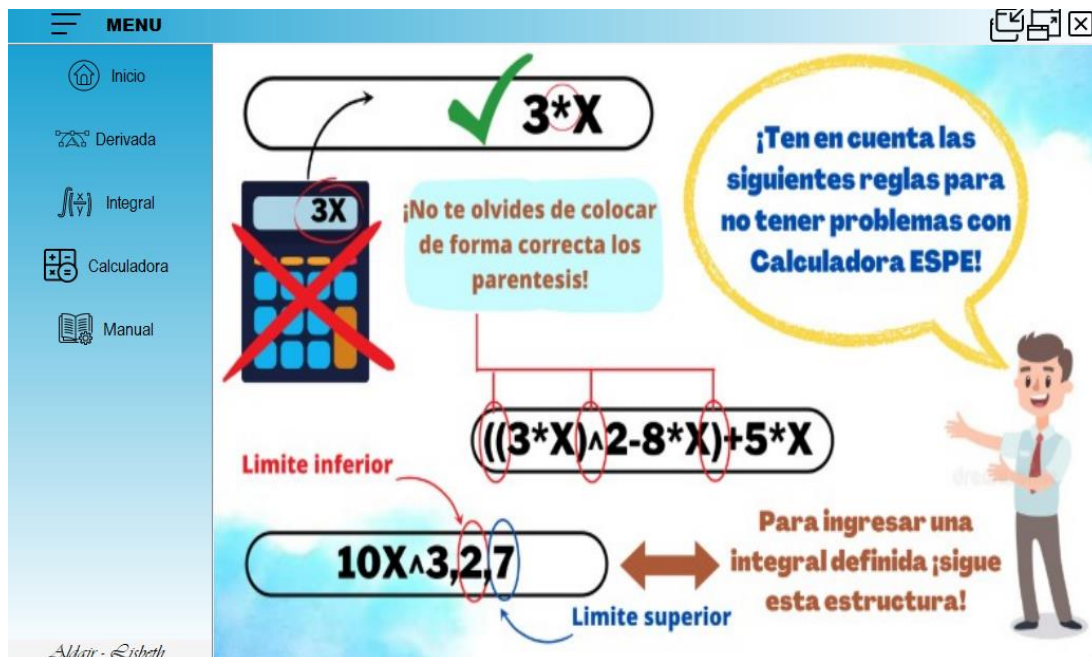
Función simple	Derivada
$f(x) = k$	$f'(x) = 0$
$f(x) = x$	$f'(x) = 1$
$f(x) = ax + b$	$f'(x) = a$
$f(x) = u(x) + v(x)$	$f'(x) = u'(x) + v'(x)$
$f(x) = k \cdot u(x)$	$f'(x) = k \cdot u'(x)$
$f(x) = u(x) \cdot v(x)$	$f'(x) = u'(x) \cdot v(x) + u(x) \cdot v'(x)$
$f(x) = \frac{u(x)}{v(x)}$	$f'(x) = \frac{u'(x) \cdot v(x) - u(x) \cdot v'(x)}{v^2(x)}$
$f(x) = x^n$	$f'(x) = n \cdot x^{n-1}$
$f(x) = \ln x$	$f'(x) = \frac{1}{x}$
$f(x) = \log_a x$	$f'(x) = \frac{1}{x} \log_a e$
$f(x) = e^x$	$f'(x) = e^x$
$f(x) = a^x$	$f'(x) = a^x \cdot \ln a$
$f(x) = \text{sen } x$	$f'(x) = \text{cos } x$
$f(x) = \text{cos } x$	$f'(x) = -\text{sen } x$
$f(x) = \text{tg } x$	$f'(x) = \frac{1}{\cos^2 x} = 1 + \text{tg}^2 x$
$f(x) = \text{cotg } x$	$f'(x) = \frac{-1}{\text{sen}^2 x} = -(1 + \text{cotg}^2 x)$
$f(x) = \text{arcsen } x$	$f'(x) = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
$f(x) = \text{arctg } x$	$f'(x) = \frac{1}{1+x^2}$

*Nota.* En la figura se observa la sección de derivada e integral con la funcionalidad del botón formulario. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al apartado de manual tenemos una pequeña descripción en cuanto al ingreso de funciones para la sección de calculadora, con el objetivo que el usuario no tenga problemas al momento de utilizarla, como se muestra en la Figura 33.

Figura 33

Interfaz de la sección manual



*Nota.* En la figura se observa la imagen representativa de la sección de manual. Fuente: Elaboración propia.

Como último apartado tenemos la interfaz de calculadora en donde el usuario podrá derivar e integrar sus funciones deseadas. Primeramente, se procederá con la explicación del ingreso de funciones de la calculadora la cual cuenta con diferentes reglas a considerar.

- No es necesario colocar  $f(x)$  al momento de ingresar la función, se ingresa directamente como por ejemplo " $x^2+x^4$ ".
- Al momento de querer ingresar dos términos multiplicados como  $3x$  es necesario colocar en la mitad de ellos un "\*" como por ejemplo " $3*x$ ".
- Es de gran importancia considerar el uso de paréntesis para la separación de términos puesto que si no es ingresado de esta manera la calculadora arrojará el error de "Función no valida", por ejemplo no es lo mismo ingresar " $x^3/4*x^5$ " que " $(x^3)/(4*x^5)$ ".

- Para el ingreso de una función a resolver por integral definida es necesario cumplir con la siguiente estructura: “ $x^2,1,3$ ”, es decir “función, límite inferior, límite superior”

Considerando las reglas mencionadas con anterioridad el usuario no tendrá ningún problema para el ingreso de funciones. El ingreso de funciones las puede realizar de forma manual, es decir, seleccionando los términos que desea o por medio del teclado.

Una vez el estudiante o el docente haya ingresado la función deseada tiene tres opciones de resolución, la primera corresponde a la derivada, la segunda a una integral indefinida y la tercera a un integral definida, cuyos símbolos se encuentran reflejados en la Figura 34.

### Figura 34

*Símbolos para la funcionalidad de derivadas e integrales*



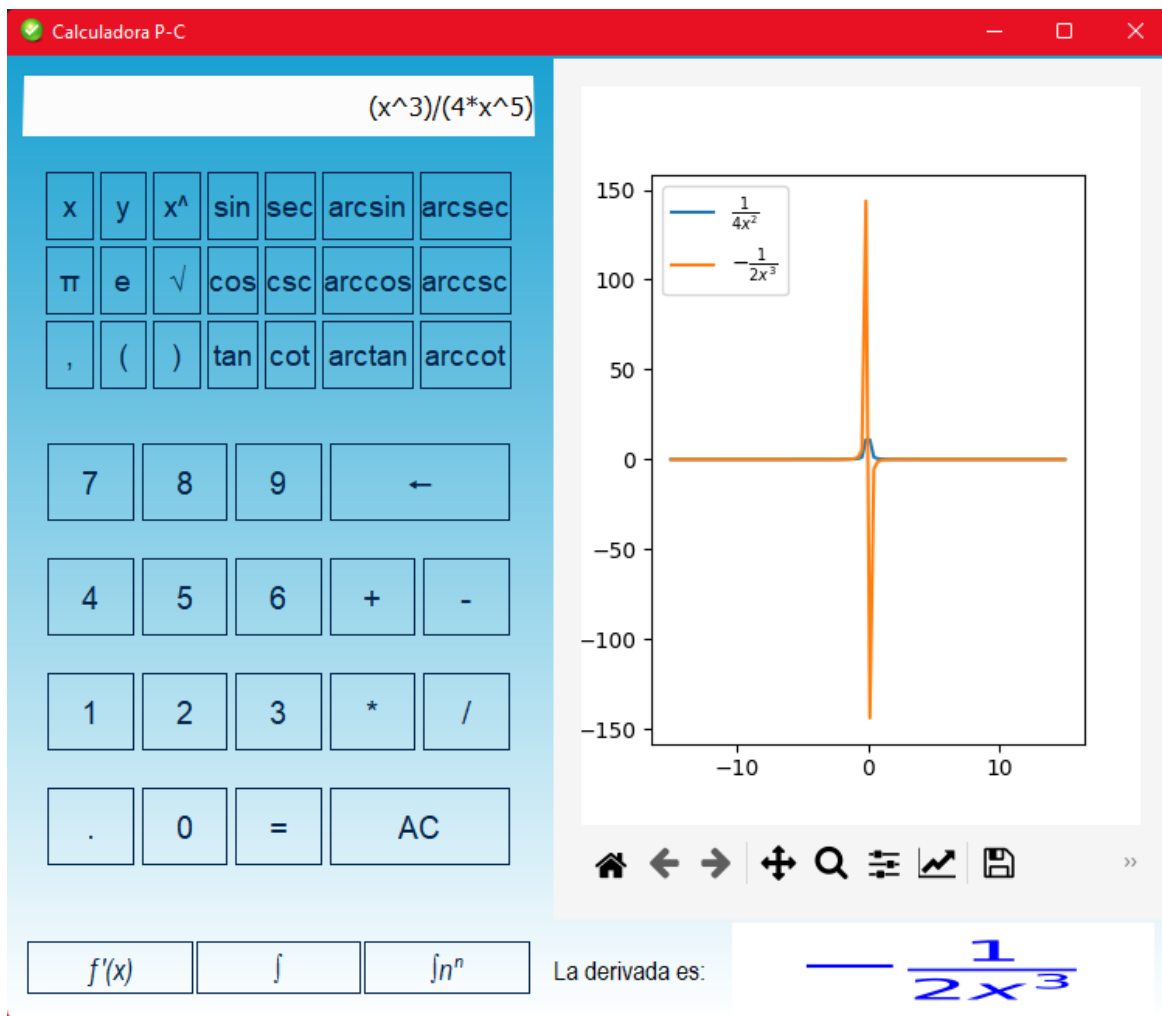
*Nota.* En la figura se observa los símbolos representativos para el funcionamiento de las derivadas e integrales. Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en claro todos los componentes que con los que cuenta la calculadora solo queda comprobar cualquier función que el estudiante o docente desee ingresar en la misma, por ejemplo, en las Figura 35, 36 y 37, se muestra la solución de cada una de las opciones que tiene la calculadora.



Figura 35

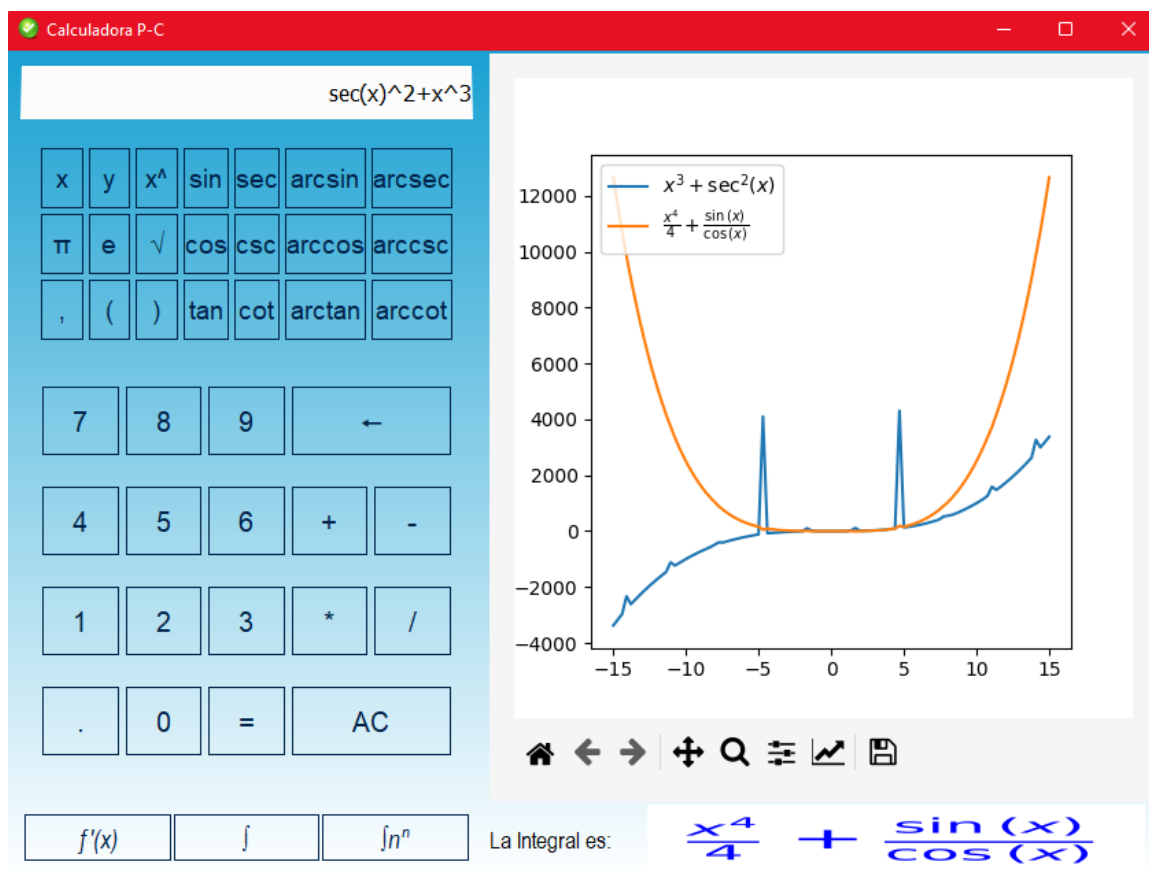
Resultado y grafica de la función derivada



*Nota.* En la figura se observa la respuesta y la gráfica de la función ingresada, calculando la derivada de esta. Fuente: Elaboración propia.

Figura 36

Resultado y grafica de la función integral indefinida



*Nota.* En la figura se observa la respuesta y la gráfica de la función ingresada, calculando la integral indefinida de la misma. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 37**

*Muestra de resultado de integral definida*



*Nota.* En la figura se observa la respuesta y la gráfica de la función ingresada, calculando la integral indefinida de la misma. Fuente: Elaboración propia.

### **Recolección de datos**

Para la recolección de datos se llevó a cabo el desarrollo de dos encuestas, la primera enfocada a la funcionalidad con el usuario y la segunda a la satisfacción del usuario. Esta encuesta fue efectuada a los estudiantes de primer nivel de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo y algunos profesores del área de ciencias exactas. Los resultados arrojados por las dos encuestas nos permitirán analizar las observaciones de los encuestados con el objetivo de efectuar modificaciones en el aplicativo si es necesario.

## Análisis de resultados

### *Pruebas de funcionalidad con el usuario*

Para las pruebas de funcionalidad con el usuario se empleó el desarrollo de una encuesta de 5 preguntas efectuada para una población de 57 estudiantes de la materia de Cálculo Diferencial e Integral, vista en el primer nivel de la universidad. Las preguntas existentes en este cuestionario nos permiten analizar:

1. Tiempo de instalación y carga del aplicativo.
2. Funcionalidad de la calculadora al arrojar los resultados.
3. Errores o fallas en el aplicativo.

En base a la encuesta realizada se obtuvieron los siguientes resultados:

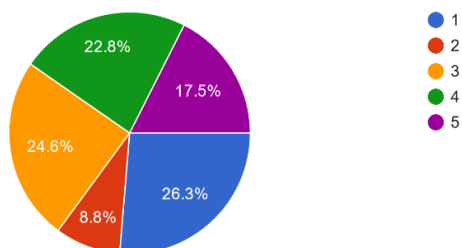
Para la primera pregunta sobre la descarga e instalación del programa, se muestra en la Figura 38 que al 26.3% de los encuestados le resultó sencilla, puesto que la escala del 1 al 5, 1 es el menor puntaje. Cabe mencionar que los resultados obtenidos del 1 al 3 de la escala son relativamente aceptables puesto que cuenta con una dificultad razonable para el proceso de un aplicativo.

### **Figura 38**

Resultado de la primera pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario

1. De la escala del 1 al 5, siendo 1 el de menor puntaje y 5 el de mayor, indique: ¿Que tan difícil se le hizo la descarga e instalación del programa?

57 respuestas



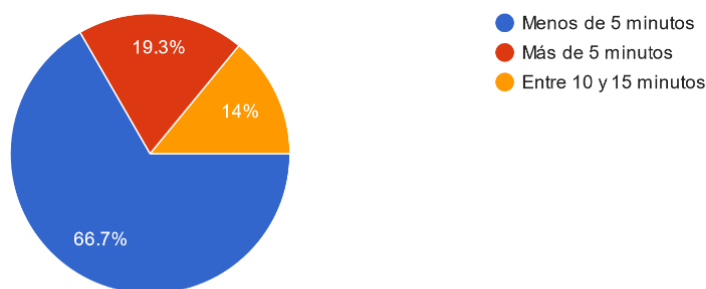
*Nota.* En la figura se puede observar el nivel de dificultad de los encuestados para la descarga e instalación del aplicativo. Fuente: Elaboración propia.

La segunda pregunta de la encuesta hace referencia al tiempo de descarga e instalación del aplicativo, la cual como se visualiza en la Figura 39 es inferior a los 5 minutos. Con el resultado obtenido se puede concretar que el aplicativo es de rápida instalación lo que permite al estudiante o docente emplearlo ante cualquier situación académica.

### Figura 39

*Resultado de la segunda pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario*

2. ¿Cuanto fue el tiempo estimado que se demoró en la descarga e instalación del programa?  
57 respuestas



*Nota.* En la figura se puede observar que más del 50% de los encuestados lograron la descarga e instalación del aplicativo en menos de 5 minutos. Fuente: Elaboración propia.

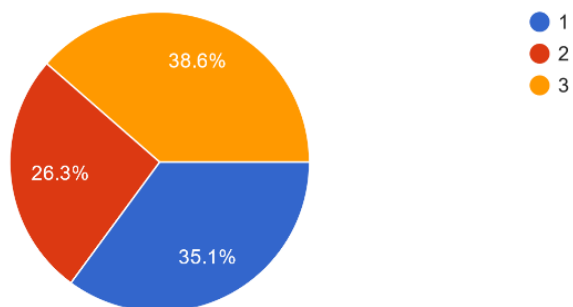
La tercera pregunta referente a la encuesta señalaba que el usuario ingrese tres ejercicios específicos en la calculadora con el objetivo observar si su resultado era el correcto. En la Figura 40, se puede observar que el 38.6% de los encuestados tuvieron todas las soluciones correctas. Existe un posible margen de error en esta pregunta, puesto que el encuestado haya podido ingresar de forma incorrecta los ejercicios de la calculadora y por ende el resultado sea diferente al esperado.

**Figura 40**

*Resultado de la tercera pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario*

3. Ingrese los siguientes ejercicios en la calculadora e indique: ¿Cuántas soluciones fueron correctas?

57 respuestas



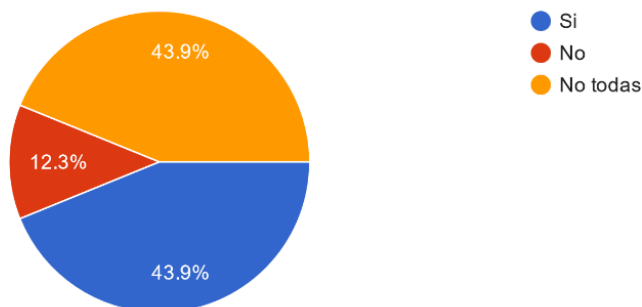
*Nota.* En la figura se puede observar el número de aciertos de las respuestas arrojadadas por el aplicativo. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que la pregunta anterior, puede existir un margen de error, ya que el encuestado era libre de ingresar cualquier tipo de función a resolver y si esta no era ingresada adecuadamente podría arrojar un resultado alterno. Teniendo en cuenta esta consideración en la Figura 41 se puede observar que el 43.9% de los encuestados obtuvieron todas sus respuestas correctas de las funciones ingresadas.

## Figura 41

*Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario*

4. Ingrese ejercicios aleatorios de su preferencia en la calculadora (de preferencia al menos 3) e indique: ¿La respuestas y la gráficas obtenidas son...el ejercicio con los paréntesis que crea necesario  
57 respuestas



*Nota.* En la figura se puede observar si el resultado de las funciones ingresadas por el usuario fueron las correctas. Fuente: Elaboración propia.

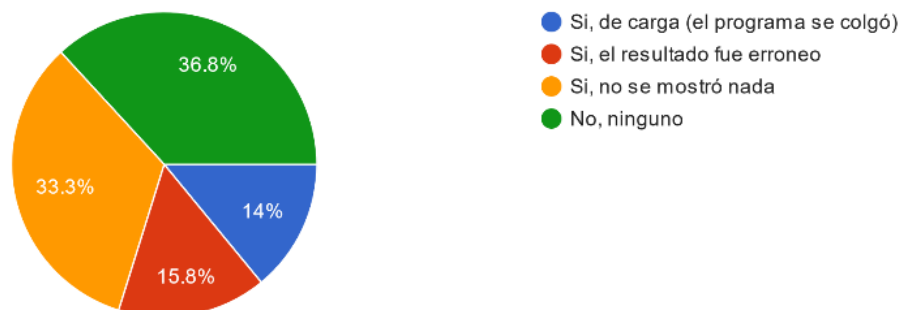
Como última pregunta de la encuesta sobre la carga y funcionalidad del aplicativo como se muestra en la Figura 42 se obtuvo que el 36.8% de los encuestado no tuvieron error con el aplicativo al ingresar ejercicios de su preferencia, por otro lado, el 59.1% obtuvieron error con el programa debido a diferentes situaciones, es decir, poca familiarización con el aplicativo, mal uso de paréntesis, entre otros. Este resultado de 59.1% puede ser reducido en trabajos futuros o mejores del aplicativo.

## Figura 42

Resultado de la cuarta pregunta de la encuesta funcionalidad con el usuario

5. Al momento de ingresar los ejercicios de su preferencia ¿tuvo algún error con el programa?

57 respuestas



*Nota.* En la figura se puede observar los posibles errores que obtuvieron los encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

### **Pruebas de satisfacción del usuario**

Las pruebas de satisfacción realizadas a los usuarios, en este caso a estudiantes y docentes de los primeros niveles de la universidad que fue desarrollada por medio de una encuesta. La población encuestada fue de 61 estudiantes y 2 docentes, en donde se visualizaron apartados como:

1. Interfaz del aplicativo
2. Contenido y calidad de la información existente del aplicativo.
3. Usabilidad.

A continuación se muestra alguna de las preguntas pertenecientes a la encuesta de satisfacción de usuario, cuyos resultados obtenidos muestran que:



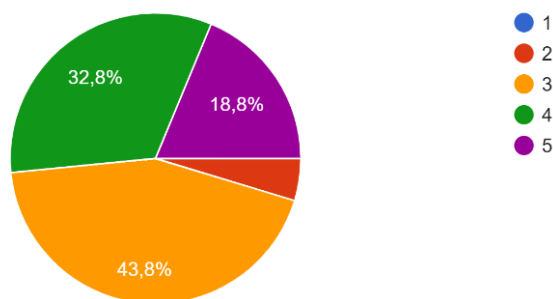
La mayor parte de los encuestados está de acuerdo que toda la interfaz del aplicativo es atractiva, puesto que existen mayor puntaje desde la escala 3, 4 y 5, Tal y como se muestra en la Figura 43.

### Figura 43

*Resultado de la pregunta sobre atractivo a las interfaces del aplicativo*

1. De la escala del 1 al 5, siendo 1 el menor puntaje y 5 el mayor, indique: ¿Que tan atractiva le pareció la interfaz de todo el programa?

64 respuestas



*Nota.* En la figura se observa que el 18.8% de los encuestados está totalmente de acuerdo con las interfaces del aplicativo y el 76.6% lo encuentra aceptable. Fuente: Elaboración propia.

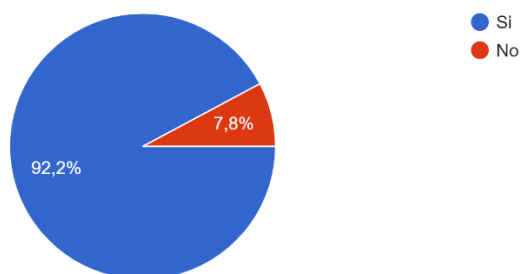
En cuanto al contenido y calidad de las secciones del aplicativo el 92.2% de los encuestados se encuentra de acuerdo que es útil y de calidad, como se puede observar en la Figura 44, además de cierta manera ayuda a su proceso a su proceso de enseñanza y aprendizaje.

**Figura 44**

*Resultado de la calidad secciones de integrales y derivadas del aplicativo*

3. ¿Encontró información útil en las secciones de integrales y derivadas?

64 respuestas



*Nota.* En la figura se observa el porcentaje de la calidad de información de las secciones del aplicativo. Fuente: Elaboración propia.

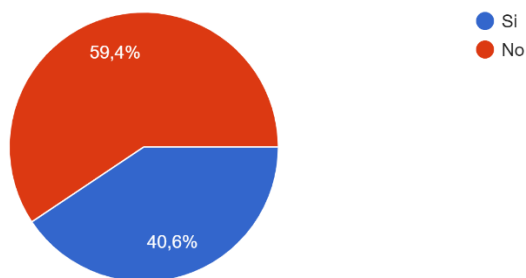
En la Figura 45 se muestra que el 59,4% de los encuestados, es decir, 38 personas les resultó fácil el ingreso de funciones en la calculadora.

**Figura 45**

*Resultado de la dificultad de ingreso de funciones del aplicativo.*

5. ¿Se le dificultó el ingreso de funciones en la calculadora?

64 respuestas



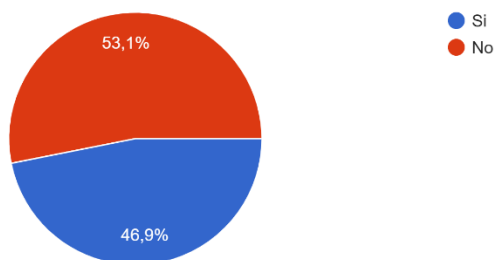
*Nota.* En la figura se observa que el 59.4% les resulto adecuado el ingreso de funciones dentro del aplicativo. Fuente: Elaboración Propia.

Por medio del análisis de la pregunta número 7 de la encuesta se puede deducir que la interpretación de los resultados arrojados por la calculadora tanto gráficamente como la respuesta, son sencillas entender por nuestros encuestados, ya que el 53.1% los confirmo de esta manera como se puede observar en la Figura 46.

### Figura 46

*Resultados de dificultad de interpretación de resultados del aplicativo.*

7. ¿Tuvo alguna dificultad en la interpretación de resultados de la calculadora?  
64 respuestas



*Nota.* En la figura se observa la mayoría de los encuestados están de acuerdo a que la interpretación de resultados es la educada. Fuente: Elaboración propia.

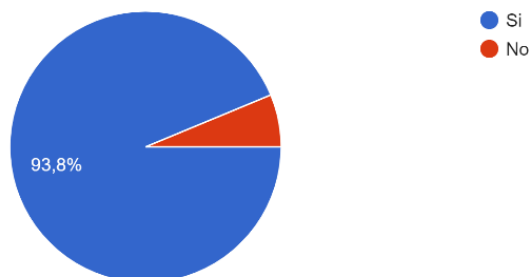
El 93.8% de encuestados están de acuerdo que el aplicativo “Calculadora ESPE” es de gran utilidad para su proceso de enseñanza aprendizaje dentro de Cálculo Diferencial e Integral, como se puede observar en la Figura 47.

## Figura 47

*Resultado de satisfacción del aplicativo.*

8. Una vez que se familiarizo con el programa ¿cree usted que este programa es útil para su proceso de enseñanza aprendizaje de la materia de Calculo Diferencial e Integral?

64 respuestas



*Nota.* En la figura se muestra que casi el 100% de los encuestados están de acuerdo con el objetivo del aplicativo. Fuente: Elaboración propia.

## Trabajos futuros

Las tecnologías de la información y comunicación enfocadas al proceso de enseñanza aprendizaje del cálculo diferencial e integral, es una temática muy amplia, en donde existen infinidad de ideas colaborativas a desarrollar, es por ello que se realizó la “Calculadora ESPE”. Aplicativo que cuenta con una gran variedad de ampliación en cuanto a sus funcionalidades, debido al uso que se le quiera dar. Entre los posibles trabajos futuros a desarrollar se destacan los siguientes:

- Añadir una opción de visualizar el proceso del resultado del ejercicio.
- Agregar estructuras de fórmulas más conocidas con el objetivo de que el usuario las complete y no tenga necesidad de escribirlas completamente.
- Migrar los componentes del aplicativo a un sistema en la web, para que llegue a más usuarios.

- Agregar inteligencia artificial, donde el usuario pueda mostrar el ejercicio frente a la cámara del computador, y este pueda escanearlo y resolverlo automáticamente.
- Agregar una base de datos al aplicativo con el objetivo de que el docente guía pueda subir su propia información en las diferentes secciones del aplicativo. Cabe destacar que para ellos sería necesario una conexión de internet para que funcione correctamente la integración de la base de datos con el aplicativo.

## Capítulo 5 Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

En definitiva, los recursos TIC son medios que ayudan a mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en la educación, en donde el estudiante pasa a ser el protagonista en su proceso de estudio con el apoyo del docente y las herramientas tecnológicas. Esto logra la evolución del modelo educativo, y que las clases impartidas por el docente sean más dinámicas y con una mayor intervención por parte de los estudiantes.

Al agregar las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje logra aumentar el interés y motivación del estudiante; orientándolo al tipo de aprendizaje conectivista.

Existe un sin número de recursos TIC para ser incorporados en el ámbito del proceso de enseñanza aprendizaje de la materia de cálculo diferencial e integral, en donde los estudiantes tienen la capacidad de comparar sus resultados al momento de resolver un ejercicio, con la ventaja de ahorrar y ganar tiempo valioso, en el desarrollo de la problemática.

Las herramientas TIC en la actualidad son innovadoras y nuevas para el proceso de enseñanza aprendizaje, pero por más actualizadas que sean, estas no podrán remplazar a un docente en las metodologías que imparten, entendiéndose así que estas herramientas deben ser incorporadas como un medio de comunicación entre el docente y el estudiante.

Se desarrolló un aplicativo empleando uno de los recursos TIC investigados, logrando así una herramienta personalizada y enfocada a los estudiantes del primer nivel de la materia de Cálculo Diferencial e Integral de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Santo Domingo, que permite al estudiante derivar, integrar, graficar y visualizar la respuesta del ejercicio deseado.

La implementación del aplicativo a una población real permitió observar problemas para su posterior corrección o mejora, además de identificar que la población se encontraba de acuerdo en cuanto al uso del aplicativo en su proceso de enseñanza aprendizaje.

Debido a que se realizó pruebas de funcionalidad con el usuario se puede concluir que gracias a estas se logró observar que el aplicativo puede mejorar en aspectos de usabilidad, técnicos y gráficos.

En base a las encuestas de satisfacción con el usuario se idéntico que, pese a la dificultad en la interpretación de resultados, los usuarios manifiestan el apoyo y acogida del mismo para el proceso de enseñanza aprendizaje de Cálculo Diferencial e Integral.

### **Recomendaciones**

Realizar capacitaciones al cuerpo de docentes de educación superior, para la muestra de las herramientas TIC actualizadas que estén diseñadas al proceso de enseñanza aprendizaje de Cálculo Diferencial e Integral.

Incorporación de recursos TIC actualizados en las metodologías impartidas por el docente dentro de su proceso enseñanza aprendizaje.

Dar entender al estudiante que la incorporación de las herramientas TIC son de apoyo para su proceso de aprendizaje, más no un atajo en la resolución de ejercicios.

Para el desarrollo de un aplicativo para la enseñanza aprendizaje de Calculo Diferencial e Integral, es recomendable hacer uso de las herramientas de software que permitan desarrollar aplicaciones de manera hibrida, gracias a esto se permite al usuario el uso del aplicativo en diferentes dispositivos y sistemas operativos.

Se recomienda considerar las observaciones o sugerencias de los encuestados con el objetivo de mejorar el aplicativo y este sea más adaptable para el usuario.

Se recomienda dar lectura a la sección de manual del aplicativo para conocer la correcta estructura del ingreso de funciones. Además de considerar la jerarquía de operaciones.

## **Bibliografía**

- Alayo, A., Soto, E., & Mil, M. (2021). *Python en la enseñanza de las matemáticas en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas Ingenieros Using Python Scientists Engineering*. May, 181–202.
- Arenas. (2003). *Un modelo de enseñanza- aprendizaje de los conceptos de límites de sucesiones, límites de funciones y derivadas a través de Maple (libro electrónico interactivo)*.
- Belloch, C. (n.d.). *Diseño Instruccional*.
- Benítez, M. (2010). EL MODELO DE DISEÑO INSTRUCCIONAL ASSURE APLICADO A LA EDUCACIÓN A DISTANCIA Fundamentos del Diseño Instruccional. *Revista Académica de Investigación, 1*.
- Bohórquez, L. (2004). CABRI-GEOMETRIE EN LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS Key words : Palabras clave : *Revista de Estudios Sociales, 19*, 106–109.
- Calstatela. (n.d.). *What is Mathematica? | Cal State LA*. Retrieved June 7, 2022, from <https://www.calstatela.edu/its/services/software/mathematica.php>
- Cruz Pérez, M. A., Pozo Vinuesa, M. A., Andino Jaramillo, A. F., & Arias Parra, A. D. (2018). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como forma investigativa interdisciplinaria con un enfoque intercultural para el proceso de formación de los estudiantes. *Etic@net. Revista Científica Electrónica de Educación y Comunicación En La Sociedad Del Conocimiento, 18(2)*, 196–215. <https://doi.org/10.30827/eticanet.v2i18.11889>



Duarte, V. (n.d.). *Modellus. Programas recomendados para la enseñanza de la Física*.

Retrieved June 7, 2022, from <http://rsefalicante.umh.es/Programas/Programas01.htm>

Durán Pico, U. C., & Rodríguez Alava, L. A. (2018). Asistencia de softwares matemáticos en cálculo diferencial en estudiantes de ingeniería. *Revista Bases de La Ciencia*. e-ISSN 2588-0764, 3(2), 61. [https://doi.org/10.33936/rev\\_bas\\_de\\_la\\_ciencia.v3i2.1448](https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v3i2.1448)

Ecuadorec. (n.d.). ▷ *Cronograma SENESCYT 2022 | Examen EAES [Fechas]* . Retrieved June 7, 2022, from <https://ecuadorec.com/cronograma-snna-senescyt-examen-transformar/>

Educationalappstore. (n.d.). *Mathway for iOS or Android - Free Download - EducationalAppStore*. Retrieved June 7, 2022, from <https://www.educationalappstore.com/app/mathway>

Fernández, I. F. (2021). *Las TICS en el ámbito educativo - Educrea*. <https://educrea.cl/las-tics-en-el-ambito-educativo/>

Fontecha Zabaleta, A. J. (2017). Python En La Seguridad. *Universidad Piloto de Colombia*, 1–10. <https://bit.ly/2CQx5vZ>

freedownloadmanager. (2021). *Calculus Problem Solver - Descarga (gratuita) de la versión para...* <https://es.freedownloadmanager.org/Windows-PC/Calculus-Problem-Solver-GRATIS.html>

Fuchssteiner, B. (n.d.). *MuPAD - Mathematical software - swMATH*. Retrieved June 7, 2022, from <https://swmath.org/software/606>

Geonext. (2007). *GEONext - Descargar*. <https://geonext.softonic.com/>

Giraldo, E. P. L. (2011). El diseño instruccional en la educación virtual: más allá de la presentación de contenidos. In *Revista Educación y Desarrollo Social* (Vol. 5, Issue 2, pp.

112–127). <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/reds/article/view/852/603>

gnoss. (n.d.). *Didactalia - GNOSS*. Retrieved June 7, 2022, from

<https://www.gnoss.com/recurso/didactalia/4f4dcf46-6c4d-4879-801d-fedcfa4b2b44>

González, J. P. (2001). *Integral de Riemann*.

[https://www.ugr.es/~dpto\\_am/docencia/cie\\_mat\\_calculo/Integral/Integral de Riemann.html](https://www.ugr.es/~dpto_am/docencia/cie_mat_calculo/Integral/Integral%20de%20Riemann.html)

González, J. P. (2006). *CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*.

Graphmatica. (2022). *Graphmatica - latest version 2022 free download*.

<https://graphmatica.en.downloadastro.com/>

Guerrero, J. (2020). *Teorías del aprendizaje más importantes: resumen e ideas principales*.

<https://docentesaldia.com/2020/07/19/teorias-del-aprendizaje-mas-importantes-resumen-e-ideas-principales/>

K.S., E., K.S., J., O., A., & K.E., L. (2021). Effective Application of Maple Software to Reduce Student Teachers' Errors In Integral Calculus. *African Journal of Mathematics and Statistics Studies*, 4(3), 64–78. <https://doi.org/10.52589/ajmss-wrfgfpih>

Lagos, P. S. (2000). Ingeniería de software educativo, teorías y metodologías que la sustentan. *Ingeniería Informática*, 1100374(6), 4.

Learningportal. (2021). *Information and communication technology (ICT) in education | Unesco IIEP Learning Portal*. <https://learningportal.iiep.unesco.org/en/issue-briefs/improve-learning/information-and-communication-technology-ict-in-education>

López Gil, A. (2018). Estudio comparativo de metodologías tradicionales y ágiles para proyectos de Desarrollo de Software. *Universidad de Valladolid*, 139.

<https://uvadoc.uva.es/handle/10324/32875%0Ahttps://agileexperience.es/wp-content/uploads/2020/06/TFG-I-1015.pdf%0Ahttp://uvadoc.uva.es/handle/10324/32875>

Maida, E., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software. *Biblioteca Digital de La Universidad Católica Argentina*, 117.

<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/metodologias-desarrollo-software.pdf>

Maker, A. (2019). *PyQt vs Tkinter (Spanish) - DEV Community*.

<https://dev.to/amigosmaker/pyqt-vs-tkinter-spanish-2n4k>

Miranda, M. P. (2005). Introducción a la programación con Python. *Time*, 1–13.

Muñoz, M., & Porras, M. (2018). *Wolfram Alpha, Geogebra y Derive como integrantes de la formación STEM*. Vol. 2 Núm. 1 (2018): Conference Proceedings UTMACH.

<https://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/303/249>

Orihuela, L. (2018). *Diseño de herramienta digital para el aprendizaje de matemáticas, basado en los enfoques que sustentan el uso de recursos tecnológicos, para el sexto grado de educación primaria de la IE PNP Alfz Mariano Santos Mateos de la ciudad de Tacna*.

<https://1library.co/article/principales-características-teorias-aprendizaje-herramientas.zlg760oy>

Ortega, M. A., & Camacho, E. D. (2019). *Uso de los modelos tradicionales y las metodologías ágiles aplicadas en la industria de software colombiano*. 1, 1–8.

[https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/1730/USO DE MODELOS.pdf?sequence=1](https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/1730/USO_DE_MODELOS.pdf?sequence=1)

Padowan. (n.d.). *¿Qué es Graph?* Retrieved June 7, 2022, from

<https://www.padowan.dk/doc/spanish/Introduction.html>

Pizarro, R. A. (2009). Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas . Aplicación al caso de metodos numéricos. *Universidad Nacional de La Plata*, 110.

<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4152>

- Pypi. (2022). *PyQt5 · PyPI*. <https://pypi.org/project/PyQt5/>
- Rojas Torres, L. (2014). Predicción de la reprobación de cursos de matemática básicos en las carreras de Física, Meteorología, Matemática, Ciencias Actuariales y Farmacia. *Revista Electrónica Educare*, 18(3), 3–15. <https://doi.org/10.15359/ree.18-3.1>
- Sánchez, N. (2018). *Aplicación De La Metodología Ágil: Un Instrumento Para Mejorar La Gestión De Proyectos De Software En El Centro De Investigación E Innovación En Tics De La Universidad Tecnológica De Panamá*.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). *La Guía de Scrum*.
- Shopbell, P. L., Britton, M. C., Ebert, R., Barrett, P., Hunter, J., Miller, J. T., Hsu, J.-C., & Greenfield, P. (2005). *matplotlib-A Portable Python Plotting Package*. 347.
- sutori. (n.d.). *Modelo Instruccional de Davis (1992) Utilizado para... | Sutori*. Retrieved June 7, 2022, from <https://www.sutori.com/es/elemento/untitled-5c56-d85a>
- Tello, E. (2007). Information and Communication Technology (ICT) and the digital gap: their impact on Mexican society. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(2), 1–8. <https://doi.org/10.7238/rusc.v4i2.305>
- Toledo, A. (2009). *Geonext para Windows - Descárgalo gratis en Uptodown*. <https://geonext.uptodown.com/windows>
- Torres, M. (2019). La deserción universitaria en el país alcanza el 26 %. *Expreso*. <https://www.expreso.ec/guayaquil/desercion-universitaria-pais-alcanza-26-1456.html>
- Vinueza, S., & Simbaña, V. (2017). Impacto de las TICen la Educación Superior en el Ecuador. *Impacto de Las TICen La Educación Superior En El Ecuador*, 4, 1–14.