iPSUMTEC
TECNOLOGÍA • INGENIERÍA • EDUCACIÓN • CIENCIA • EN MILPA ALTA, MÉXICO

ARTÍCULO

PROYECTO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE LA INTEGRAL UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

APRENDIZAJE DIGITAL

TECNOLOGÍA EDUCATIVA

MEJORA ACADÉMICA

INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA

ISSN: 2594-2905
Vol. 9, No. 2
julio - diciembre 2026

AUTORES

https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v9i2.479

José Oscar Laguna Cortés

Selene Hernández Rodríguez

Erika López Sánchez

María Patricia Torrijos Muñoz

Yaziry Yerusha Díaz Torres

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Tecnológico Milpa Alta

EDUCACIÓN
IPSUMTEC
ISSN: 2594 - 2905

PROYECTO PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE LA INTEGRAL UTILIZANDO TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Project to Improve the Learning of Integrals using Information Technology

https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v9i2.479

DATOS DE AUTORES E IDENTIFICACIÓN

José Oscar Laguna Cortés[1], Selene Hernández Rodríguez[2]*, Erika López Sánchez[3], María Patricia Torrijos Muñoz[4], Yaziry Yerusha Díaz Torres[5]

1	*José Oscar Laguna Cortés* *Tecnológico Nacional de México / I. T. de Puebla* *jose.laguna@puebla.tecnm.mx* *ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0519-2019*
2	*Selene Hernández Rodríguez* *Tecnológico Nacional de México / I. T. de Puebla* *selene.hernandez@puebla.tecnm.mx (Autor de correspondencia)* *ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0845-9436*
3	*Erika López Sánchez* *Tecnológico Nacional de México / I. T. de Puebla* *erika.lopez@puebla.tecnm.mx* *ORCID: https://orcid.org/0009-0005-1073-6913*
4	*María Patricia Torrijos Muñoz* *Tecnológico Nacional de México / I. T. de Puebla* *mariapatricia.torrijos@puebla.tecnm.mx* *ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4564-7513*
5	*Yaziry Yerusha Díaz Torres* *Tecnológico Nacional de México / I. T. de Puebla* *I24221434.05@puebla.tecnm.mx* *ORCID: https://orcid.org/0009-0006-0557-5841*

Check for updates

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

Disciplina:	*[X] Educación en Ingeniería y Desarrollo Interdisciplinario*

RESUMEN

Actualmente el uso de las Tecnologías de la Información ha facilitado el aprendizaje de los temas de las materias de matemáticas. En este trabajo se presenta la implementación de un proyecto como actividad de la materia de Cálculo Integral para reforzar el proceso de enseñanza del tema de área bajo la curva e integrales definidas dentro de una aplicación del área de biología. Para evaluar el funcionamiento del proyecto propuesto se siguió un enfoque descriptivo y cuantitativo. Desde el punto de partida de un enfoque descriptivo, se tiene como objetivo medir y evaluar el impacto de este proyecto de trabajo en equipo para mejorar la comprensión del tema con la inclusión del uso de Tecnologías de la Información. En esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo para medir numéricamente y evaluar el impacto de este proyecto de exposición en los estudiantes de ingeniería. Para realizar estas mediciones se utilizaron tres instrumentos los cuales fueron: un examen previo realizado antes del desarrollo del proyecto, un examen similar aplicado después del desarrollo del proyecto por parte de los alumnos y finalmente una encuesta para medir la experiencia de los alumnos después de desarrollar el proyecto propuesto. En la sección de Resultados se muestra una tabla comparativa en la que se puede observar el promedio general del grupo, la mediana y la moda de las calificaciones obtenidas antes y después de la implementación del proyecto. Se muestran también gráficas de porcentajes de opiniones obtenidas a partir de la encuesta realizada a los estudiantes. A partir de estos resultados se puede observar una mejora en la comprensión general del grupo, así como una homogeneización de las calificaciones de los estudiantes.

Fecha de Recepción: 17/07/2026 | Fecha de Aceptación: 23/09/2026 | Fecha de Publicación: 27/10/2026

Palabras Clave-- *Área bajo la curva, integral definida, aplicaciones de la integral definida, tasas de crecimiento biológico.*

ABSTRACT

Nowadays, the use of Information Technologies has facilitated the learning of mathematics topics. This paper presents the implementation of a project within an Integral Calculus course designed to reinforce the teaching of the area under the curve and definite integrals through an application in biology. A descriptive and quantitative approach was adopted to evaluate the project's performance. The descriptive component aimed to measure and assess the impact of this teamwork project on improving topic comprehension through the integration of information technologies. A quantitative approach was used to numerically measure and evaluate the impact of this presentation-based project on engineering students. Three instruments were used for these measurements: a pre-test administered before the project began a similar post-test administered after the students completed the project, and a survey to gauge the students' experience following the project's completion. The Results section presents a comparative table showing the group's overall average, median, and mode scores obtained before and after the project's implementation. Graphs illustrating the percentage breakdown of student opinions from the survey are also included. These results indicate an improvement in the group's overall understanding as well as greater consistency in student grades.

Keywords-- *Area under the curve, definite integral, applications of the definite integral, biological growth rates.*

INTRODUCCIÓN

En diversos trabajos de investigación se han reportado metodologías basadas en la implementación de Aplicaciones Web y Tecnologías de la Información (TI) para visualizar y facilitar la comprensión y enseñanza de algunos temas relacionados con las materias de biología, física y matemáticas, dentro de los programas de estudio de ingeniería. Por lo tanto, ha sido importante la incursión del uso de estas tecnologías para coadyuvar en el desarrollo del pensamiento crítico e induciendo a la mejora de sus destrezas para el aprendizaje del cálculo integral.

Por ejemplo, en el trabajo desarrollado en [1], se presenta un enfoque para facilitar el aprendizaje de física de estado sólido a través de un programa interactivo y proyección estereoscópica. Este enfoque integra una visualización en tres dimensiones desde las instrucciones para facilitar la comprensión de conceptos abstractos a través de simulaciones interactivas, con lo cual se obtiene una mejor comprensión que utilizando los métodos tradicionales como el pizarrón o presentaciones de PowerPoint.

En [2] los autores indican que la tecnología no sustituye lo que se debe enseñar y aprender, es decir que, la tecnología es una herramienta muy útil para el desarrollo de las integrales ya sean estas definidas o indefinidas ya que sin estas habría casos muy difíciles de resolver. Sin dejar de lado los paradigmas que se deben seguir para poder explicar y comprender de manera lógica el desarrollo de los problemas, como se menciona en [3].

En [4] se afirma que la modelación en el discurso escolar es concebida como una práctica social que favorece la construcción del conocimiento científico. Específicamente en el área de Matemáticas, los estudios revisados reportan que el laboratorio virtual promueve el desarrollo de habilidades para matematizar situaciones del entorno que pueden ser trasladadas fuera del aula, desde luego con las bases conceptuales que son tratadas en la clase. Además, permite la comprensión de los mismos conceptos Matemáticos porque a través de las TIC se pueden generar aplicaciones dinámicas interactivas y observar relaciones de causa-efecto, y complementado con un diseño instruccional intencionado didácticamente se puede lograr que las y los estudiantes obtengan sus propias conclusiones [5].

En [3] los autores concluyen que el uso del GeoGebra ayuda de manera sustancial a la resolución de problemas y es una herramienta para utilizar como estrategia en el aprendizaje del cálculo integral.

En [6] los autores implementan la integral definida para el análisis de la propiedad de la viscosidad en los fluidos, con el objetivo de proporcionar una guía para la investigación y análisis en este campo complejo desde una perspectiva del cálculo matemático.

En [5] los autores emplean el laboratorio virtual de matemáticas para promover la comprensión de conceptos de la asignatura de cálculo diferencial. Su metodología consiste en prácticas de laboratorio, uso de simuladores y applets diseñados.
En [7] es diseñado un material didáctico a través del uso de herramientas digitales como la plataforma Moodle, la pizarra digital Jamboard y la aplicación de Samsung notes. Con los recursos digitales obtuvieron diferentes beneficios al hacer uso de plataformas y aplicaciones diversas, como el acompañamiento y seguimiento del docente, la realimentación y/o reforzamiento y el acceso a las clases grabadas.
En [8] se evalúa el impacto del software GeoGebra en la enseñanza del cálculo diferencial e integral en educación superior, analizando autorregulación, metacognición, significatividad, percepción del entorno, lenguaje simbólico y razonamiento. Concluyendo que GeoGebra es una herramienta innovadora que mejora el aprendizaje de las matemáticas.
En [9] los autores diseñaron una metodología cuantitativa dirigida al desarrollo de la habilidad para el cálculo de integrales definidas en los estudiantes de la carrera de Licenciatura en Contabilidad y Finanzas. Su aplicación en la práctica evidenció transformaciones favorables en el nivel de desarrollo de la habilidad objeto de análisis.
En algunos otros trabajos de investigación se reportan aspectos positivos de implementar herramientas Tecnologías de la Información para reforzar el proceso de aprendizaje en diversas áreas de conocimiento ([10], [11], [12], [13] y [14]).
En [15] los autores concluyen que la aplicación de simuladores matemáticos permite a los estudiantes visualizar y comprender de manera interactiva los conceptos y procesos relacionados con el cálculo integral.
En [16] es diseñado un módulo electrónico interactivo integrado con GeoGebra Classroom para apoyar la comprensión conceptual de las integrales por parte de los estudiantes. Con el módulo electrónico interactivo integrado en GeoGebra Classroom indicaron la viabilidad para su uso como recurso de aprendizaje que ayude a los estudiantes a comprender conceptualmente el cálculo integral.
En [17] los autores indican que el uso de aplicaciones móviles por parte de los estudiantes para la visualización de funciones y otros objetos geométricos en el plano y en el espacio contribuye a un mejor rendimiento de los estudiantes en la resolución de integrales múltiples.
En [18] los autores infieren que el aprendizaje de las matemáticas, mediado por tecnologías digitales, permite el desarrollo de contenidos de forma eficaz y ágil para los estudiantes. Durante la actividad evaluaron el aumento de la capacidad de resolución de problemas, la comunicación entre compañeros y el uso de herramientas tecnológicas. La motivación, el aprendizaje y el desarrollo de habilidades blandas y duras de los estudiantes mejoraron la calidad de la enseñanza y el proceso de aprendizaje.
En [19] implementaron una secuencia didáctica para estudiantes de ingeniería, donde utilizaron algunas herramientas TIC, como la página web. La implementación la realizaron con el objetivo de mejorar el aprendizaje del concepto matemático de cálculo de áreas a través de la integral definida.
En [20] los autores examinaron los tipos de errores que cometen los estudiantes al resolver problemas de integración en cálculo mediante la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) utilizando el software GeoGebra. Concluyeron que la combinación del aprendizaje basado en problemas (ABP) con GeoGebra permitió a los estudiantes visualizar conceptos integrales de forma dinámica y mejorar la comprensión geométrica tanto de las integrales definidas como de las indefinidas.
En este trabajo se estudia las aplicaciones de la integral comprendiendo sus fundamentos teóricos y aplicándolos en el análisis y resolución de situaciones reales. El propósito es adquirir los fundamentos teóricos de la integral necesarios para la aplicación en problemas. En este contexto, se propone un proyecto dentro de la materia de Cálculo Integral para abordar el tema de la Integral Definida como proceso de acumulación dentro de una aplicación particular del área de biología. En esta área las integrales se pueden utilizar para: modelar procesos biológicos dinámicos, tasas de crecimiento biológico, propagación de enfermedades, tasas metabólicas en organismos entre otros cambios a lo largo del tiempo o el espacio. En este trabajo, en particular, se seleccionó la aplicación de tasas de crecimiento de poblaciones para desarrollar el proyecto.

El proyecto propuesto tiene como objetivo reforzar el aprendizaje del tema de los temas “área bajo la curva” e “integral definida” dentro de la materia de Cálculo Integral. Este proyecto propuesto involucra tres partes, las cuales son: el cálculo analítico de una integral definida de forma tradicional, es decir, realizando cálculos en la libreta; la segunda parte consiste en la verificación de resultados utilizando el programa interactivo para realizar cálculo matemáticos en línea de GeoGebra [15]; finalmente la tercera parte consiste en la exposición en grupo del tema desarrollado utilizando la creatividad e iniciativa de los estudiantes de ingeniería para desarrollar y platicar la práctica propuesta y sus correspondientes análisis y conclusiones. Con el desarrollo de este proyecto se espera contribuir a mejorar su capacidad de colaboración y comunicación. Además de que, con este proyecto se espera fomentar el desarrollo de la creatividad para comprender, resolver y explicar un problema real, con lo cual se contribuye en su desarrollo como ingenieros.

Para medir la funcionalidad del proyecto propuesto se utilizaron tres instrumentos los cuales fueron: un examen previo realizado antes del desarrollo del proyecto, un examen similar aplicado después del desarrollo del proyecto por parte de los alumnos y finalmente una encuesta para medir la experiencia de los alumnos después de desarrollar el proyecto propuesto.

METODOLOGÍA

Declaración de IA Generativa	*Si se utilizó IA (como ChatGPT, Claude, Gemini) para redactar o analizar datos, se deberá de especificar el modelo y versión en la sección de metodología.* ***No se utilizó IA***
Responsabilidad	*Se deberá declarar la responsabilidad por la veracidad de los datos, garantizando la ausencia de "alucinaciones" o sesgos.* ***Nos declaramos responsables de la veracidad de los datos.***
Diseño de investigación:	*Indicar el tipo de diseño utilizado en el estudio y justifique brevemente por qué es el más adecuado para responder a la pregunta de investigación****. Para desarrollar esta investigación se utilizó un enfoque descriptivo y cuantitativo. Así, uno de los objetivos de este trabajo de investigación es medir y evaluar la implementación de un proyecto en equipo para facilitar el aprendizaje del tema “aplicaciones de integrales definidas” dentro de la materia de Cálculo Integral. Para evaluar cuantitativamente el impacto de este trabajo de investigación, los instrumentos de evaluación fueron un examen escrito relacionado con el tema (antes y después de la exposición) y una encuesta realizada por los estudiantes de ingeniería.***
Justificación muestral:	*Describir las características de la muestra o participantes (tamaño, criterios de inclusión y exclusión, tipo de muestreo empleado) y argumente por qué dicha muestra es representativa o pertinente para los objetivos del estudio.* ***Para desarrollar esta investigación se utilizó un enfoque cuasi- experimental en el que se tomó como caso de estudio un grupo de 38 alumnos inscritos en un grupo de la materia de Cálculo Integral en el período escolar de Enero Junio de 2026 en el Instituto Tecnológico de Puebla. Se consideró una evaluación antes del proyecto y una evaluación después de las exposiciones del proyecto para validar su funcionamiento en la mejora de la comprensión del tema planteado.***
Instrumento(s):	*Especificar los instrumentos, técnicas o herramientas utilizadas para la recolección de datos (p. ej., cuestionarios, escalas, entrevistas, pruebas estandarizadas). Incluir información sobre su validez, confiabilidad y adaptaciones realizadas, de ser el caso.* ***Examen Antes- Después del proyecto propuesto y una Encuesta realziada a los alumnos***
Procedimiento:	*Describir de manera ordenada y detallada los pasos seguidos para llevar a cabo la investigación, desde el reclutamiento de participantes hasta la recolección de datos, indicando las condiciones bajo las cuales se desarrolló el estudio* ***Estos pasos se describen en esta sección***

Análisis de la información:	*Explicar las técnicas estadísticas o metodológicas empleadas para procesar e interpretar los datos obtenidos (p. ej., análisis descriptivo, inferencial, análisis de contenido, software utilizado), en correspondencia con el diseño y los objetivos del estudio.* ***Para interpretar los datos se utilizan tablas comparativas de promedios y gráficas de barras para analizar los resultados de las encuestas.***
Limitaciones metodológicas:	*Señalar las restricciones o condicionantes del estudio que puedan afectar la generalización o interpretación de los resultados, como el tamaño de la muestra, el alcance geográfico, el tipo de instrumento o posibles sesgos identificados.* ***Este trabajo se limitó a una función de crecimiento, en la cual el único parámetro a variar fue el tiempo (variable t).***

Para desarrollar esta investigación se utilizó un enfoque cuasi-experimental, descriptivo y cuantitativo. Desde el punto de partida de un enfoque descriptivo, se tiene como objetivo de este trabajo de investigación medir y evaluar la implementación de un proyecto en equipo para facilitar el aprendizaje del tema "aplicaciones de integrales definidas" dentro de la materia de Cálculo Integral. Para poder evaluar de manera cuantitativa el impacto de este trabajo de investigación, se utilizaron algunos instrumentos de medición. Los instrumentos de evaluación fueron un examen escrito relacionado con el tema (antes y después de la exposición) y una encuesta realizada por los estudiantes de ingeniería. Cabe mencionar que estos instrumentos de medición fueron propuestos, analizados, discutidos y aprobados de manera colegiada por el área de Ciencias Básicas del Instituto.

Para realizar mediciones acerca del examen escrito, el cual se aplica antes y después de la exposición, consiste en tres preguntas a partir del siguiente planteamiento: dada una tasa de crecimiento de cierta población de individuos, descrita por la función $r(t)$, y la población inicial $P(0)$, estimar la población dentro de cierto período de tiempo $P(t)$. A partir de este planteamiento las preguntas son las siguientes:

1. *Define la función de población.* Dado que la función de población se puede definir como la integral de la función de la tasa de crecimiento, para responder esta pregunta el alumno debe resolver la integral de la función $r(t)$. Para resolver esta integral el alumno debe identificar y utilizar el método adecuado dentro de los métodos ya vistos en clase.
2. *Calcula el crecimiento de la población dentro de cierto período de tiempo.* Para responder esta pregunta el alumno debe utilizar su respuesta del ejercicio anterior y evaluar esta expresión en el intervalo de cero al período de tiempo que se haya indicado en el planteamiento (intervalo [0, b]). Este paso representa la solución de la integral definida.
3. *Define la población total al final de este período de tiempo.* Una vez obtenida la estimación acerca del número de individuos en el período indicado ($P(t)|_0^b$), el alumno debe sumar la condición de inicio ($P(0)$), es decir el número de individuos que existe actualmente antes de la estimación a futuro.

El proyecto propuesto dentro de este trabajo de investigación contribuye al fortalecimiento de la competencia específica de la materia de Cálculo Integral correspondiente a la Unidad 2, la cual es: "Discernir cuál método puede ser más adecuado para resolver una integral dada y resolverla usándolo. Determinar una función primitiva ". En este caso práctico, el alumno debe lograr identificar qué método de integración utilizar para resolver la integral indicada. Además, también se contribuye a alcanzar la competencia específica correspondiente a la Unidad 3, la cual es: "Interpretar enunciados de problemas para construir la función que al ser integrada da la solución. Resolver problemas de cálculo de áreas, centroides, longitud de curvas y volúmenes de sólidos de revolución. Reconocer el potencial del Cálculo integral en la ingeniería". En este caso práctico, el alumno debe lograr interpretar enunciados para resolver un problema de aplicación dentro del área de biología utilizando integrales.

El proyecto de exposición consiste en los siguientes cuatro pasos:

Paso 1. Esta etapa está relacionada con un cálculo analítico por parte de los integrantes del equipo y consiste en una secuencia de actividades que son: identificar el modelo de la función que representa el crecimiento de la población, integrar la función de crecimiento y, finalmente, evaluarla en los distintos períodos de tiempo, con lo cual se obtendrán las estimaciones de población resultantes en ciertos períodos de tiempo.

Paso 2. Esta etapa consiste en utilizar GeoGebra para rectificar resultados obtenidos por los equipos de estudiantes de ingeniería.

Paso 3. Esta etapa consiste en la exposición en formato libre de su desarrollo del tema y concusiones de los resultados obtenidos.

Paso 4. Esta etapa consiste en realizar la encuesta individualmente.

Dentro de este proyecto de investigación se seleccionó la herramienta de GeoGebra debido a que es un programa robusto que permite realizar cálculos relacionados con temas de Cálculo Integral. También, cabe mencionar que el programa de GeoGebra es de uso libre y de fácil acceso para los estudiantes de ingeniería, ya que sin necesidad de instalación pueden tener acceso desde cualquier dispositivo con internet del que dispongan para trabajar.

La encuesta tiene como objetivo recolectar datos para analizar la funcionalidad del proyecto propuesto. Las preguntas propuestas en la encuesta son las siguientes:
1. En tu opinión, ¿la comprensión del tema mejora utilizando GeoGebra?
2. En tu opinión, ¿es de fácil manejo la herramienta GeoGebra?
3. Consideras que manejar GeoGebra como herramienta para graficar funciones y realizar cálculos matemáticos puede ser útil en algunas otras materias de tu carrera.
4. En tu opinión, ¿esta actividad te dejó una experiencia positiva?
Para desarrollar esta investigación se utilizó un enfoque cuasi- experimental, ya que se tomó como caso de estudio un grupo de 38 alumnos inscritos en un grupo de la materia de Cálculo Integral en el período escolar de Enero Junio de 2026 en el Instituto Tecnológico de Puebla. El criterio que se utilizó para seleccionar los alumnos para este experimento fue seleccionar un grupo de alguno de los autores de este trabajo como grupo piloto para realizar las mediciones antes descritas para evaluar el funcionamiento del proyecto propuesto dentro de la materia de Cálculo Integral. En la siguiente sección se describe la resolución matemática del problema planteado dentro de este proyecto de investigación.

Preliminares

Algunas aplicaciones de las integrales dentro del área de biología se relacionan con el crecimiento o decrecimiento de ciertos procesos. En particular, se abordará el caso de la tasa de crecimiento biológico de una población. Dada la función $r(t)$ que describe la tasa de crecimiento de una población se puede calcular o utilizar el área bajo la curva entre cierto período de tiempo (o intervalo [a, b]) la cual en este caso sería un ejemplo de suma acumulada que nos reportaría la población (P(x)) en este intervalo.

$$\int_a^b r(t)\,dx = P(t)|_a^b = P(b) - P(a) \qquad \text{Ec. (1)}$$

La primitiva de esta función aplicando la fórmula fundamental del cálculo se muestra en la ecuación 1 (ver Ec (1)). Con esta aplicación, se contribuye al desarrollo de habilidades para calcular integrales indefinidas por parte de los estudiantes. Utilizando propiedades, integrales inmediatas, reglas o métodos de integración para hallar la anti derivada ([16] y [17]).

Ejemplo 1. Una población de bacterias crece a una tasa constante de crecimiento de $r(t) = (4t + 2)(t - 1)$ bacterias por mes. La población actual de bacterias es de 15000. ¿Cuál sería la población estimada en 12, 18 y 24 meses?
Análisis: la población de bacterias (la función *P*(t)) se puede aproximar calculando la integral de la función correspondiente a la tasa de crecimiento, lo que nos regresaría la población en cada período de tiempo. Y finalmente sumar la población actual ($P(0) = 15000$), con lo que se obtendría un estimado de la población hasta el momento. Para integrar la función se puede reescribir como:

$$\int_a^b r(t)\,dx = \int_a^b (4t + 2)(t - 1)dt = \int_a^b (4t^2 - 2t - 2)dt \qquad \text{Ec. (2)}$$

A partir de esta expresión, se pueden aplicar fórmulas de integración directa, en particular la fórmula de la integral de la potencia para integrar cada término de la expresión, con lo cual se obtendría la primitiva o antiderivada:

$$P(t) = [\frac{4}{3}t^3 - t^2 - 2t]|_a^b \qquad \text{Ec. (3)}$$

Para el caso del primer período que corresponde a la población estimada en 12 meses, el intervalo a calcular es [0, 12]. Para calcular la integral definida se sustituye b=12 y a=0 en la Ec (3) y se obtiene que:

$$\int_0^{12} r(t)\,dt = \left[\frac{4}{3}(12)^3 - (12)^2 - 2(12)\right] - \left[\frac{4}{3}(0)^3 - (0)^2 - 2(0)\right] \qquad \text{Ec. (4)}$$

Realizando los cálculos de forma analítica se obtiene un valor aproximado de 2136 individuos. Sin embargo, esta es sólo la población que se generó durante este período, por lo que además habría que sumar la población inicial (como se indica en la ecuación Ec. (5)).

$$P(12) = 15000 + \int_0^{12} r(t)\,dt \qquad \text{Ec. (5)}$$

Finalmente, la población estimada para este período sería de 17136 individuos.

Después de realizar los cálculos de manera analítica, en la Etapa 2 los estudiantes deben comprobar sus cálculos utilizando la herramienta de GeoGebra. Para realizar esta comprobación deben introducir las instrucciones que se muestran en la Figura 1, para verificar que la integral definida en el intervalo [0, 12] se aproxima al valor calculado en la etapa anterior. En esta etapa se pueden apoyar de la participación de los integrantes del equipo para lograr este objetivo en conjunto.

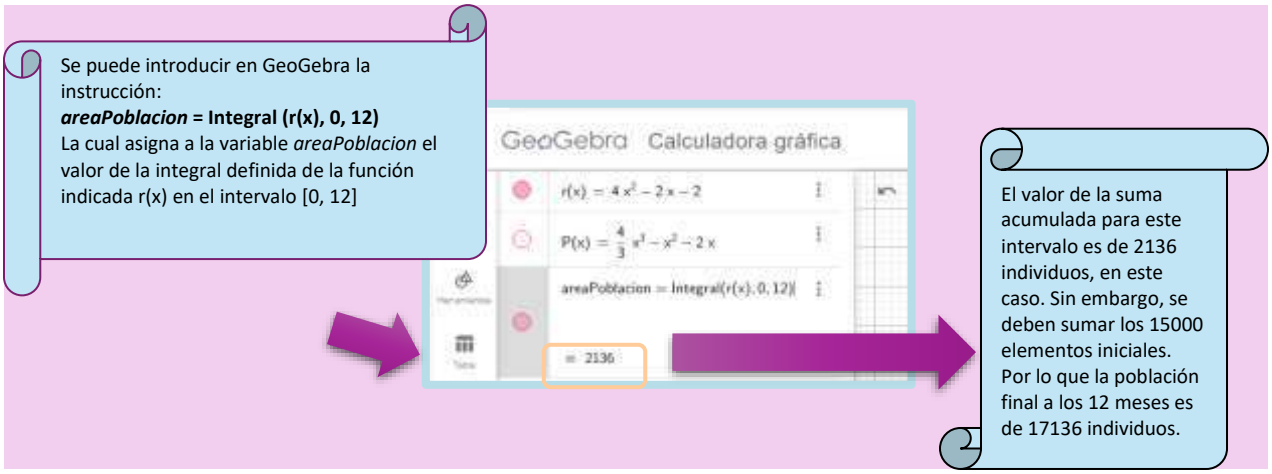


Figura 1. *Instrucciones introducidas en GeoGebra para obtener el área bajo la curva en el intervalo [0, 12]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

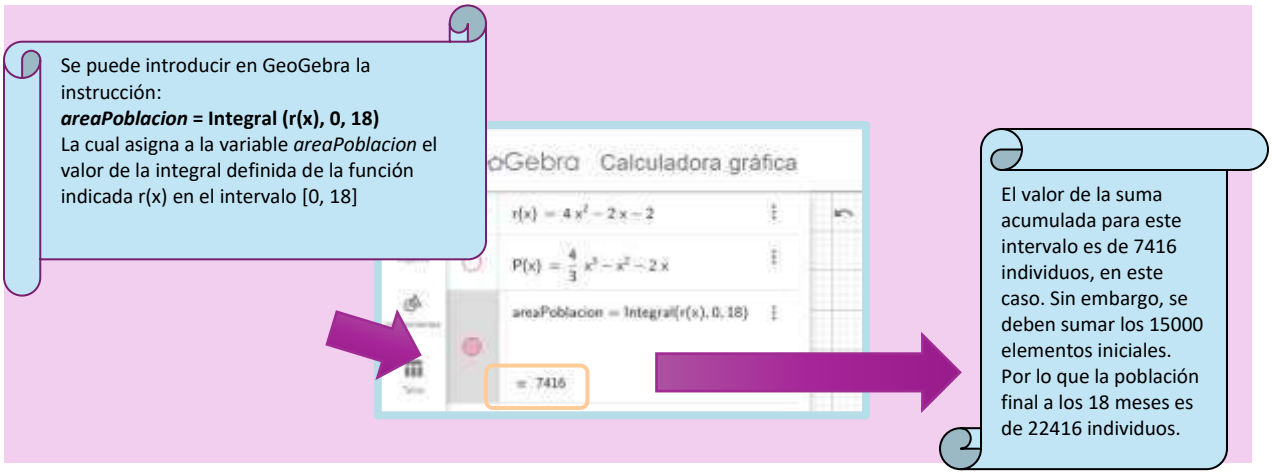


Figura 2. *Instrucciones introducidas en GeoGebra para obtener el área bajo la curva en el intervalo [0, 18]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

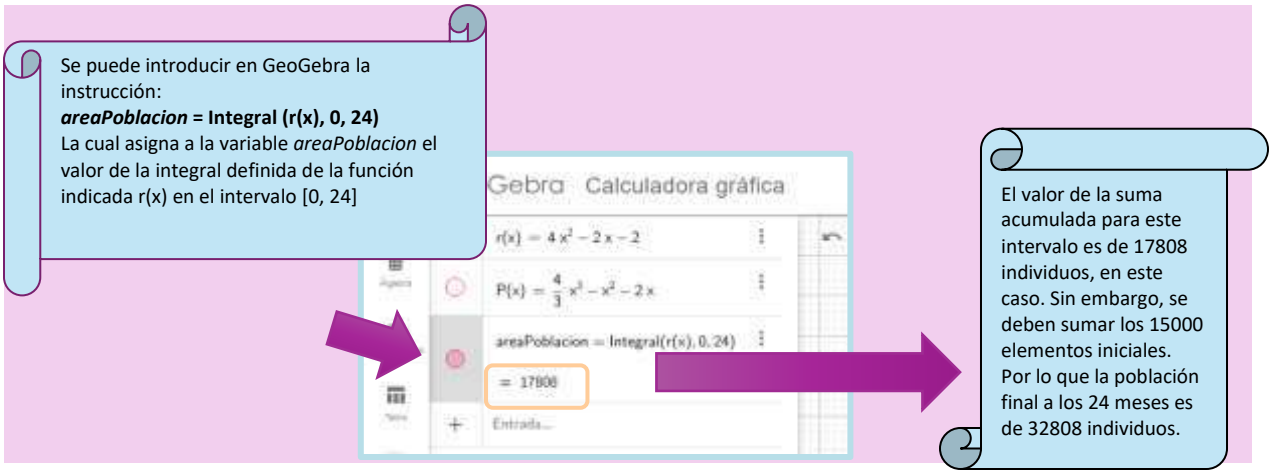


Figura 3. *Instrucciones introducidas en GeoGebra para obtener el área bajo la curva en el intervalo [0, 24]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

A partir de la Figura 1 se puede observar que, para este ejemplo, la integral definida en el intervalo [0, 12] es de 2136, la cual coincide con los datos analíticos. De manera similar, para estimar el crecimiento de la población en 18 meses, correspondería al caso de evaluar la integral definida en el intervalo [0, 18] utilizando GeoGebra como se muestra en la Figura 2. En este caso debe coincidir el valor estimado de población de 7416 individuos dentro de este período, obtenidos tanto de forma analítica como en GeoGebra. A esta cantidad de individuos se le debe sumar los 15000 de la condición inicial, lo cual daría como resultado un estimado de 22416 individuos para 18 meses.
Finalmente, para el caso de la población estimada en 24 meses, en la Figura 3 se muestran las instrucciones de GeoGebra para calcular la población de individuos en este período. Esta cantidad de individuos (17808) también se debe sumar a la condición inicial de 15000, obteniéndose una población final de 32808 individuos.
En las Figuras 4, 5 y 6 se muestra las gráficas obtenidas en GeoGebra donde se espera que el alumno pueda observar y argumentar en sus conclusiones como se relaciona la integral definida con el proceso de acumulación dentro del área de biología, en particular en esta aplicación de análisis de crecimiento poblacional.

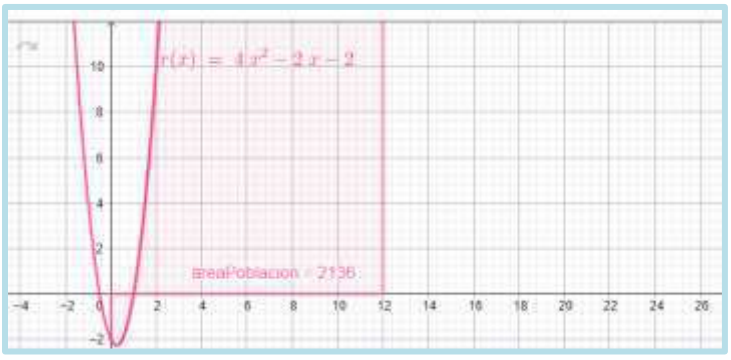


Figura 4. *Gráfica resultante en GeoGebra donde se puede observar el área bajo la curva en el intervalo [0, 12]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

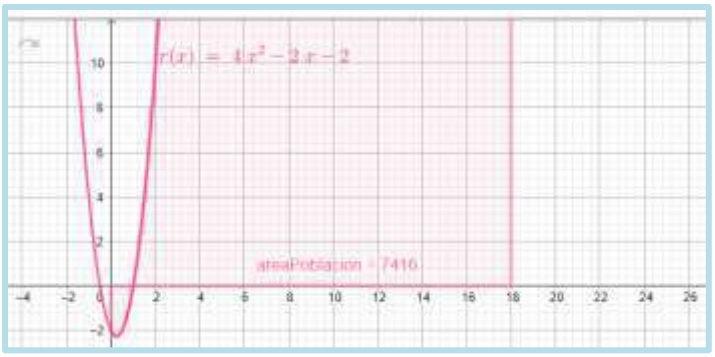


Figura 5. *Gráfica resultante en GeoGebra donde se puede observar el área bajo la curva en el intervalo [0, 18]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

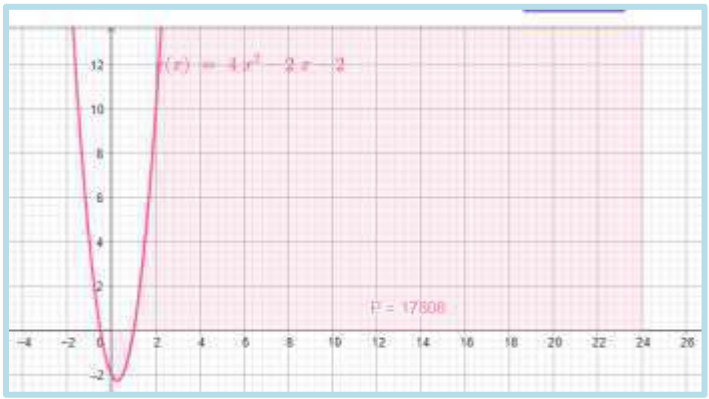


Figura 6. *Gráfica resultante en GeoGebra donde se puede observar el área bajo la curva en el intervalo [0, 24]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

En la Figura 7 se muestra una gráfica de estas tres poblaciones en los diferentes períodos de tiempo evaluados.

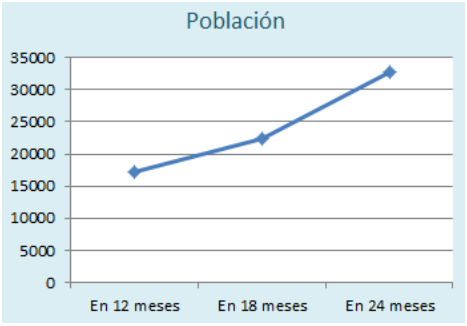


Figura 7. *Población estimada para 12, 18 y 24 meses*.

Fuente. *Elaboración propia.*

Ejemplo 2. La razón de propagación de una gripe (tasa de crecimiento de la población) por mes está dada por $r(t) = \sqrt{10^{3x}}$ habitantes por mes. La población actual es de 2600. ¿Cuál sería la población estimada en 3, 5 y 7 meses?
Análisis: la población de habitantes (la función $P(x)$) se puede aproximar calculando la integral de la función correspondiente a la tasa de crecimiento (Ec. (6)), lo que nos regresaría la población en cada período de tiempo. Y finalmente sumar la población actual, la cual en este ejemplo es de 2600 ($P(0) = 2600$), con lo que se obtendría un estimado de la población hasta el momento.

$$\int_a^b r(x)\,dx = \int_a^b \sqrt{10^{3x}}\,dx = \int_a^b 10^{\frac{3}{2}x}\,dx \qquad \text{Ec. (6)}$$

A partir de esta expresión, se puede aplicar la fórmula de integración mostrada en la ecuación Ec. (7)

$$\int a^u \, du = \frac{a^u}{\ln(a)} \qquad \text{Ec. (7)}$$

De esta manera, para aplicar la fórmula de Ec. (7), se puede realizar un paso de sustitución donde $u = \frac{3}{2}x$ y $2\,du / 3 = dx$. Finalmente, la integral resultante (anti derivada) sería:

$$P(x) = \left[\frac{2}{3}\left(\frac{10^{\frac{3}{2}x}}{\ln(10)}\right)\right]|_a^b \qquad \text{Ec. (8)}$$

Para el caso del primer período que corresponde a la población estimada en 3 meses, el intervalo a calcular es [0, 3]. Para calcular la integral definida se sustituye b=3 y a=0 en la Ec (8) y se obtiene que:

$$\int_0^3 r(x)\,dx = \left[\left[\frac{2}{3}\left(\frac{10^{\frac{3}{2}(3)}}{\ln(10)}\right)\right]\right] - \left[\left[\frac{2}{3}\left(\frac{10^{\frac{3}{2}(0)}}{\ln(10)}\right)\right]\right] \qquad \text{Ec. (9)}$$

Realizando los cálculos de forma analítica se obtiene un valor aproximado de 9154.19, lo cual en este caso podríamos aproximar a 9154 individuos. Sin embargo, esta es sólo la población que se generó durante este período, por lo que además habría que sumar la población inicial (como se indica en la ecuación Ec. (10)).

$$P(3) = 2600 + \int_0^3 r(x)\,dx \qquad \text{Ec. (10)}$$

Finalmente, la población estimada para este período sería de aproximadamente 11754.19 individuos.

Al igual que en el ejemplo 1, en la Etapa 2 los estudiantes deben comprobar sus cálculos realizados de forma analítica utilizando la herramienta de GeoGebra. Para realizar esta comprobación deben introducir las instrucciones que se muestran en la Figura 8, para verificar que la integral definida en el intervalo [0, 3] se aproxima al valor calculado en la etapa anterior.

A partir de la Figura 8 se puede observar que, para este ejemplo, la integral definida en el intervalo [0, 3] utilizando el programa de GeoGebra es de 9155.44, esta cantidad se aproxima a los datos calculados analíticamente en los cuales se obtuvo un valor de 9154.19, sin embargo, varía ligeramente debido al número de decimales manejados.

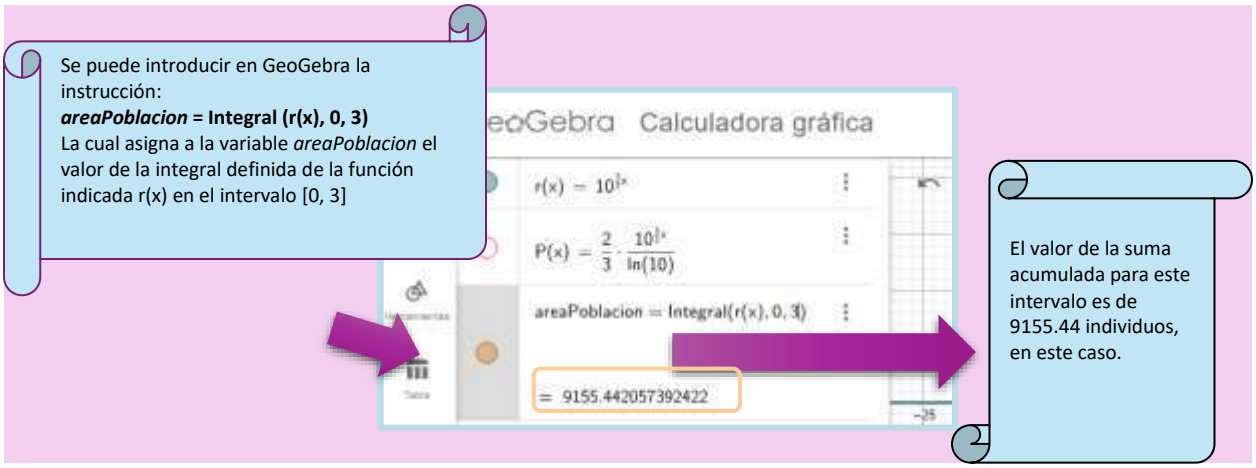


Figura 8. *Instrucciones introducidas en GeoGebra para obtener el área bajo la curva en el intervalo [0, 3].*

Fuente. *Elaboración propia.*

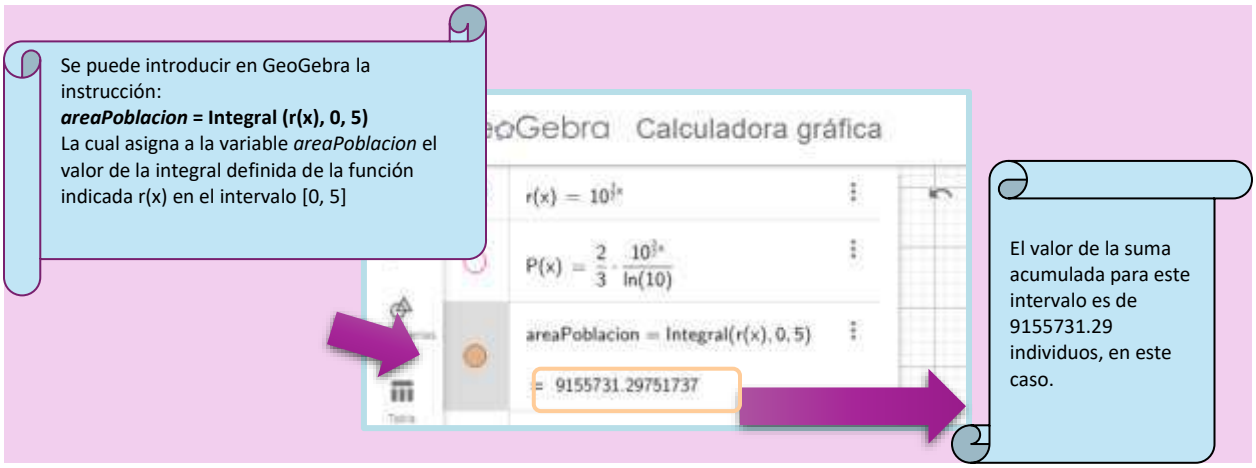


Figura 9. *Instrucciones introducidas en GeoGebra para obtener el área bajo la curva en el intervalo [0, 5]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

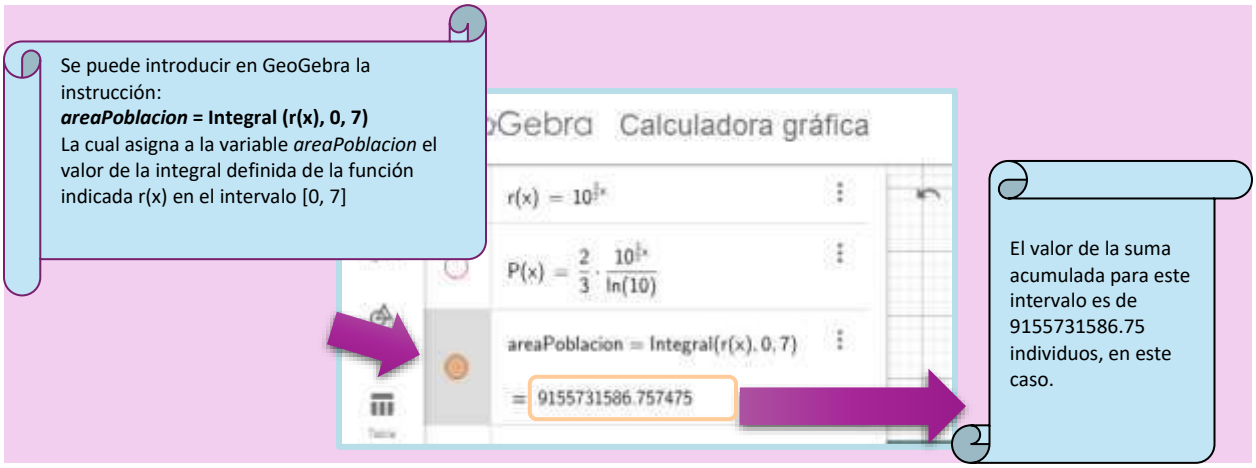


Figura 10. *Instrucciones introducidas en GeoGebra para obtener el área bajo la curva en el intervalo [0, 7]*.

Fuente. *Elaboración propia.*

De manera similar, para estimar el crecimiento de la población en 5 meses, correspondería al caso de evaluar la integral definida en el intervalo [0, 5] utilizando GeoGebra como se muestra en la Figura 9. En este caso debe coincidir el valor aproximado de población de 9155731.30 individuos dentro de este período, obtenidos tanto de forma analítica como en GeoGebra. A esta cantidad de individuos se le debe sumar los 2600 de la condición inicial, lo cual daría como resultado un estimado de 9158331 individuos para 5 meses.

Finalmente, para el caso de la población estimada en 7 meses, en la Figura 10 se muestran las instrucciones de GeoGebra para calcular la población de individuos en este período. Esta cantidad de individuos (aproximadamente 9155731586.76) también se debe sumar a la condición inicial de 2600, obteniendo así una población final estimada de 9155734186.76 individuos.

En las Figuras 11, 12 y 13 se muestran las gráficas obtenidas en GeoGebra similares a las que los estudiantes deben desarrollar, explicar y argumentar en su proyecto de exposición. En la Figura 14 se muestra una gráfica de estas tres poblaciones en los diferentes períodos de tiempo evaluados (3, 5 y 7 meses).

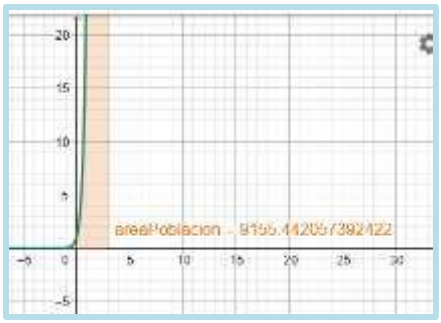


Figura 11. *Gráfica resultante en GeoGebra donde se puede observar el área bajo la curva en el intervalo [0, 3].*

Fuente. *Elaboración propia.*

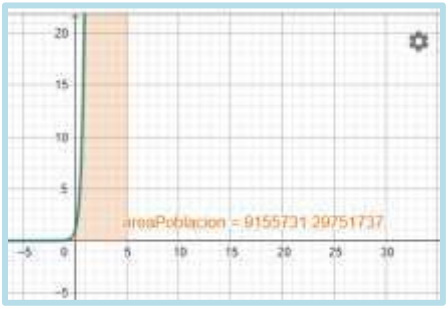


Figura 12. *Gráfica resultante en GeoGebra donde se puede observar el área bajo la curva en el intervalo [0, 5].*

Fuente. *Elaboración propia.*

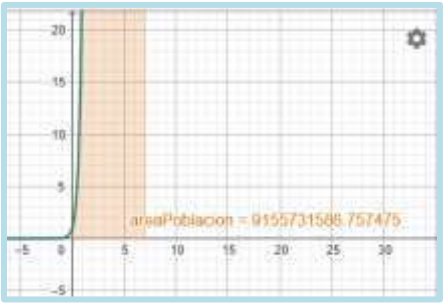


Figura 13. *Gráfica resultante en GeoGebra donde se puede observar el área bajo la curva en el intervalo [0, 7].*

Fuente. *Elaboración propia.*

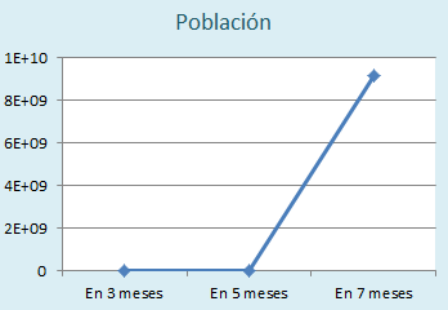


Figura 14. *Propagación de la gripe para 3, 5 y 7 meses.*

Fuente. *Elaboración propia.*

RESULTADOS

Para evaluar el aporte del proyecto propuesto en el aprovechamiento de los estudiantes de ingeniería de este Instituto se compararon las puntuaciones obtenidas antes y después del desarrollo del proyecto, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. *Tabla de resultados obtenidos por el grupo de estudio.*

	Puntuación promedio del grupo	*Mediana*	*Rango*
Evaluación antes de la exposición	64.2	74	56
Evaluación después de la exposición	94.8	100	27

Fuente. *Elaboración propia.*

A partir de la Tabla 1 se pueden observar los resultados cuantitativos obtenidos por el grupo de examen, el cual se realizó antes del desarrollo del proyecto propuesto (y después de explicar el tema de manera tradicional por parte del maestro). En este examen se obtuvo un promedio del grupo de 64.2/100, con una Mediana de 74/100 y un Rango de 56 puntos.

Posteriormente, se realizan las exposiciones, en las cuales los equipos de estudiantes participan para exponer sus cálculos analíticos, desarrollos en GeoGebra y conclusiones.

Finalmente, después de realizar el proyecto propuesto para mejorar la comprensión del tema "aplicaciones de las integrales definidas" dentro de la materia de Cálculo Integra se realiza una segunda evaluación. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de esta segunda evaluación. A partir de estos resultados se puede observar se obtiene un promedio del grupo de 94.8/100, con una Mediana de 100/100 y un Rango de 27 puntos.

Con los resultados mostrados en la tabla 1 se puede observar una mejora, de 64.2 a 94.8 puntos, en los promedios del grupo obtenidos por los estudiantes dentro del experimento propuesto para la materia de Cálculo Integral. También se obtiene una mejora en la Mediana del grupo, la cual sube de 74 a 100 puntos.

Acerca del Rango, el cual nos da información acerca de que tan lejanos o cercanos se encuentran la calificación mínima y la máxima dentro del grupo, se puede observar que este valor se reduce después de realizar el proyecto en equipo, por lo que se logra una homogeneización de conocimientos dentro del grupo de estudio.

Con el objetivo de obtener una retroalimentación a partir de la experiencia de los participantes, se realizó una encuesta, cuyos resultados se muestran en las Figuras 15, 16, 17 y 18.

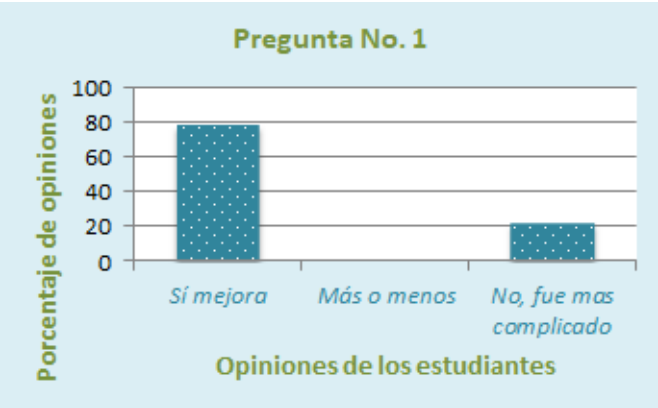


Figura 15. *Porcentaje de respuestas correspondiente a la pregunta número 1: En tu opinión, ¿la comprensión del tema mejoró desarrollando el proyecto?*

Fuente. *Elaboración propia.*

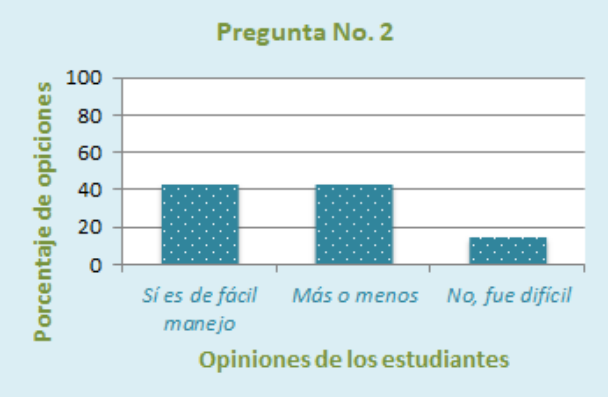


Figura 16. *Porcentaje de respuestas correspondiente a la pregunta número 2: En tu opinión, ¿es de fácil manejo la herramienta GeoGebra?*

Fuente. *Elaboración propia.*

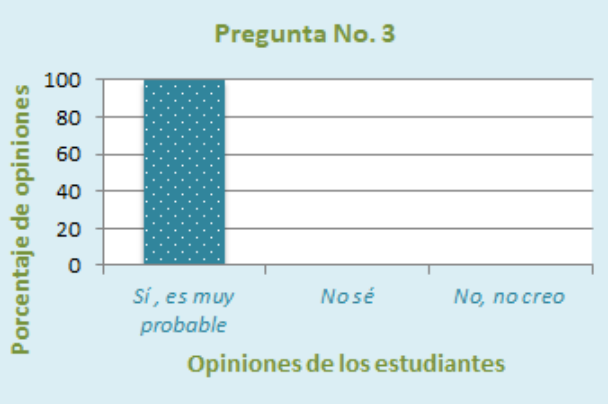


Figura 17. *Porcentaje de respuestas correspondiente a la pregunta número 3: Consideras que manejar GeoGebra o alguna otra herramienta para graficar y realizar cálculos matemáticos puede ser útil en algunas otras materias de tu carrera*.

Fuente. *Elaboración propia.*



Figura 18. *Porcentaje de respuestas correspondiente a la pregunta número 4: En tu opinión, ¿esta actividad de trabajo en equipo te dejó una experiencia positiva?*

Fuente. *Elaboración propia.*

DISCUSIÓN

También, a partir de los resultados de estas encuestas se puede observar que, dado que los alumnos de ingeniería que cursan Cálculo Integral se encuentran en los primeros semestres de sus programas de estudio, la mayoría no ha tenido contacto con herramientas de Tecnologías de la Información enfocadas a cálculos matemáticos, como es el caso de GeoGebra, por lo que esta práctica presentó cierto grado de dificultad y retos (ver Figuras 16 y 18). Sin embargo, reconocen la necesidad de manejar estas herramientas ya que será de utilidad en otras materias del programa de estudio (ver Figura 17). Por esta razón, aun cuando el desarrollo de esta práctica implicó mucho esfuerzo en algunos casos, el desarrollo de esta práctica resulta en una experiencia positiva que les aporta nuevas habilidades útiles para las siguientes materias entro del programa de ingeniería que se encuentren.

Finalmente, acerca de los resultados obtenidos utilizando la metodología propuesta se puede observar que se logra una mejora en el aprendizaje del tema de "aplicaciones de las integrales definidas" (ver Figura 15). Esta conclusión coincide con los resultados que se reportan en algunos otros trabajos que utilizan también herramientas de Tecnologías de la Información para mejorar los procesos de enseñanza dentro del área de matemáticas.

Finalmente, acerca de los resultados obtenidos utilizando la metodología propuesta se puede observar que se logra una mejora en el aprendizaje del tema de "Área bajo la curva" y "Aplicaciones de la Integral Definida". Esta conclusión coincide con los resultados que se reportan en algunos otros trabajos que utilizan también herramientas de Tecnologías de la Información dentro del área de matemáticas. Por ejemplo, en [14] los autores concluyen a partir de los experimentos realizados que los alumnos perciben las herramientas de Inteligencia Artificial como útiles y esenciales para el desarrollo de competencias tecnológicas. También, en [5] se crea un laboratorio virtual para reforzar la materia de Cálculo Diferencial, el cual aborda temas específicos de esta materia, tal como el cálculo de derivadas. A partir de sus resultados, los autores muestran que estos escenarios interactivos promueven la comprensión de conceptos de la asignatura de Cálculo Diferencial de manera autogestora.

CONCLUSIONES

Con estos resultados podemos concluir que el desarrollo de este proyecto impulsa y refuerza el programa de estudio de la materia de Cálculo Integral hacia la incorporación de nuevos enfoques sustentables que utilizan Tecnologías de la Información.

Con este proyecto se espera ayudar en la comprensión de los temas descritos en el contexto de una aplicación real dentro del área de la biología, así como contribuir en el desarrollo de algunas habilidades, tales como: la capacidad de trabajar en equipo, discutir distintos puntos de vista, hablar en público y expresar claramente sus ideas. En este caso, por medio de la comparación de calificaciones promedio se puede observar una contribución considerable implementando este proyecto dentro de la materia de Cálculo Integral. Además de contribuir con su capacidad de análisis y desarrollo para resolver otros problemas reales dentro de la materia, con lo cual se aporta en su formación profesional.

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se puede proponer como trabajo futuro la implementación de la metodología empleada para abordar otros temas dentro de la materia de Cálculo Integral, tales como: aplicaciones de longitud de arco de una curva en el plano, cálculo de áreas de superficies, cálculo de trabajo, entre otros temas.

DISPONIBILIDAD DE DATOS (Data Availability Statement)

Datos del estudio:	Acerca de los exámenes y las encuestas de los cuales se calculan las estadísticas se tienen en resguardo físicamente, sin embargo, en este documento se comparten sólo las estadísticas que resultan de interés para respaldar las conclusiones planteadas.

Protocolo / Código / Cuestionario:	Se describe dentro del texto.

Fuente de financiamiento:	No hay fuente de financiamiento.

Conflicto de interés:	Los autores declaran que no existe conflicto de interés en relación con el presente manuscrito.

Aprobación ética:	No aplica.

REFERENCIAS

[1] Xuhan Luo, Boxuan Li, Jinmei Liu, Shhong Ma, Xinyuan Wei, Yan Cen. (2025). Elevating Learning Effectiveness in Solid-State Physics Through Interactive Software and Stereoscopic Projection. IEEE Transactions on Education, Volume 68, Issue 2, pages 224-233. DOI: https://doi.org/10.1109/TE.2025.3545696

[2] Molina Mora, J. A. (2015). Experiencia basada en la triada TICs, enseñanza por proyectos y modelado para la enseñanza de sistemas de ecuaciones diferenciales. Uniciencia, Vol. 29, No. 2, pp. 46-61. DOI: http://dx.doi.org/10.15359/ru.29-2.4

[3] Navarrete-Villavicencio, M. V., Merino-Córdova, P. A., Estupiñán-Cox, B. F. & Caicedo-Márquez, J. A. (2022). Geogebra as a technological-didactic tool in learning integral calculus. Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies, 3(1), 902–910. DOI: https://doi.org/10.51798/sijis.v3i1.271

[4] Martínez, E., Arrieta, J, y Canul, A. (2005). Laboratorio virtual de Matemáticas (ALME2005). Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, vol. 18, pp. 785-790. https://core.ac.uk/download/pdf/33252591.pdf

[5] Puga Nathal, K. L., Martínez Sandoval, J. C., Puga Nathal, M. E. y Martínez Grant, J. A. (2023). Implementación de un laboratorio virtual para Matemáticas. Revista electrónica ANFEI digital. 10(15). DOI: https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/88

[6] Ponce Herrera, G.., López Valdivia, F. S.., Canales Urrutia, C. I.., Medina Martínez, W. I.., & Herrera Castrillo, C. J. (2023). Implementación de la Integral Definida para el análisis de la viscosidad de fluidos. Wani, 39(79), 62-77. DOI: https://doi.org/10.5377/wani.v39i79.16921

[7] Yam Puc, M. Y. y Loria Arjona, D. A. (2022). El uso de herramientas digitales como modelo Virtual de enseñanza aprendizaje del cálculo Integral. Revista electrónica ANFEI digital. 9(14). DOI: https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/847

[8] Laderas Huillcahuari, E., Acori Flores, V. y Villa Pérez, L. (2023). Enseñanza del cálculo diferencial e integral asistido por el software GeoGebra. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa 26(3), 357 - 377. DOI: https://doi.org/10.12802/relime.23.2634.

[9] Sánchez Companioni, W., Pérez González, A., Remedios González, J.M. (2023). "Estrategia didáctica para desarrollar la habilidad calcular integrales definidas desde un aprendizaje creativo". e3007. ISSN. 1815-7696 RNPS 2057 -- MENDIVE Vol. 21 No. 1 (enero-marzo). Disponible en: DOI: https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/3007

[10] Agüeno Lara M., Romero-Ocaño A. D., Encinas-Montoya R.G., (2025). Efectos de la Tecnología Interactiva en Formación Matemática de Ingenieros Una Perspectiva en Educación Superior. Revista Electrónica ANFEI Digital, Año 12, No. 17, Enero – Diciembre 2025, ISSN: 2395-9878. DOI: https://doi.org/10.63136/read1720251020pp22-32

[11] Cornelis J. C. Vertegaal, Martinez Cecilia, Serra Ramiro, Sundaramoorthy Prem, Bentum Mark. (2025). Student – Led Tutorials Interaction and Learning in Electromagnetism. IEEE Transactions on Education, Volume 68, Issue 2, pages 234-247. DOI: https://doi.org/10.1109/TE.2025.3549317

[12] Fukumoto Hisao & Kamio Tomoki. (2025). Development and Evaluation of Remote Laboratory System for Simulated Inductor Motor. IEEE Transactions on Education, Volume 68, Issue 1, pages 79-85. DOI: https://doi.org/10.1109/TE.2024.3454236

[13] Gunis Jan & Snajder L'ubomir. (2025). Formal Concept Analysis of Studentsߣ Solutions on Conceptual Thinking Game. Electromagnetism. IEEE Transactions on Education, Volume 68, Issue 1, pages 20-32. DOI: https://doi.org/10.1109/TE.2024.3442612

[14] Osuna Talamantes D. A., López-Chacón D. E., Tiznado-Parra G. E., Gerónimo-Pérez J. M. (2025). Transformando la Educación Universitaria: Impacto de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje. Revista Electrónica ANFEI Digital, Año 12, No. 17, Enero – Diciembre 2025, ISSN: 2395-9878. DOI: https://doi.org/10.63136/read1720251022pp42-52

[15] Viñamagua, G., Quishpe, R., Paucar, E., Castillo, S., & Congreso, I. (2023). Mathematical Simulators for the Study of the Integral Calculus of Engineering Students. ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M. 3(1), 490–509. https://doi.org/10.18502/espoch.v3i1.14469

[16] Susilowati, R., Yuliani, A. M., & Farida, N. (2026). Development and validation of a GeoGebra classroom–integrated interactive e-module for enhancing students' conceptual understanding of integral calculus. Jurnal Elemen, 12(2), 409-427. https://doi.org/10.29408/jel.v12i2.32431

[17] Milenković, A., Takači, D., & Božić, R. (2024). The influence of dynamic representations in mobile applications on students' learning achievements in solving multiple integrals. International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST), 12(5), 1340-1359. https://doi.org/10.46328/ijemst.4246

[18] Rasteiro, D., Caridade, C. M. R., Pinto, C. M., Mendonça, J., Ulbrich, E., Nikolopoulos, C. D., Babo, L., Kocadere, S. A., & Petridis, K. (2024). Integrals Applications: A STEAM Activity to Teach/Learn Mathematics in Higher Education. 2024 5th International Conference in Electronic Engineering, Information Technology & Education (EEITE), 1-5. https://doi.org/10.1109/eeite61750.2024.10654423

[19] Caridade, C., Casquilho, M., Pereira, V., & Martins, J. A. (2025). The Web as a Laboratory for Integral Calculus: Solving Area Problems Between Curves. World Journal of Information Systems. 1(4) 33-45. DOI: https://doi.org/10.17013/wjis.v1i4.25

[20] Abdullah, A. H., Misrom, N. S., Kohar, U. H., Hamzah, M. H., Ashari, Z. M., Ali, D. F., Samah, N. A., Tahir, L. M., & Rahman, S. N. (2020). The effects of an inductive reasoning learning strategy assisted by the GeoGebra software on students' motivation for the functional graph II topic. IEEE Access, 8, 143848–143861. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3014202

[21] Yohannes, A., & Chen, H.-L. (2023). GeoGebra in mathematics education: A systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. Interactive Learning Environments, 31(9), 5682–5697. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861

[22] Larson Ron & Edwards Bruce. (2018). Cálculo Integral. Cengage Learning, México.

[23] Zill Dennis, Wright Warren, Ibarra Joel. (2011). Matemáticas 2 Cálculo Integral. Mc. Graw Hill, México.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES (CRediT Taxonomy)

Rol	Autor (es)
Conceptualización	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz
Metodología	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz
Software	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz, Yaziry Yerusha Díaz Torres
Validación	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz, Yaziry Yerusha Díaz Torres
Análisis formal	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz, Yaziry Yerusha Díaz Torres
Investigación	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz, Yaziry Yerusha Díaz Torres
Recursos	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz, Yaziry Yerusha Díaz Torres

Curación de datos	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz, Yaziry Yerusha Díaz Torres
Redacción – borrador original	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz
Redacción – revisión y edición	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz
Visualización	José Oscar Laguna Cortés, Selene Hernández Rodríguez, Erika López Sánchez, María Patricia Torrijos Muñoz
Supervisión	José Oscar Laguna Cortés
Administración del proyecto	José Oscar Laguna Cortés

iPSüMTEC

TECNOLOGÍA • INGENIERÍA • EDUCACIÓN • CIENCIA • EN MILPA ALTA, MÉXICO

SEMBLANZA DEL AUTOR

DR. JOSÉ OSCAR LAGUNA CORTÉS



Profesor-investigador de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla. Doctor en Educación con especialidad en Ingeniería por la Universidad Tolteca de México. Sus líneas de investigación se centran en matemáticas, química, probabilidad y estadística, informática y gestión de proyectos. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNII), Nivel I. Ha publicado 12 artículos nacionales y 6 internacionales. Coordina una línea de investigación de proyectos del TECNM (ITP) y cuenta con 10 años de experiencia en la industria manufacturera.

12
artículos nacionales

6
artículos internacionales

10 años
de experiencia industrial

SNII
Nivel I

ENGLISH

Full-Time Professor and Researcher in Basic Sciences at the National Technological Institute of Mexico / Technological Institute of Puebla. PhD in Education, specializing in Engineering. Research interests: mathematics, chemistry, probability and statistics, computer science, and project management. SNII Level I member; 12 national and 6 international publications; 10 years of manufacturing industry experience.

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Tecnológico Milpa Alta

iPSüMTEC

TECNOLOGÍA • INGENIERÍA • EDUCACIÓN • CIENCIA • EN MILPA ALTA, MÉXICO

SEMBLANZA DE LA AUTORA

DRA. SELENE HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ



Profesora-investigadora de Tiempo Completo en el Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla. Doctora en Ciencias de la Computación. Sus líneas de investigación se centran en matemáticas, probabilidad y estadística, e informática. Ha publicado 8 artículos a nivel nacional y 3 artículos a nivel internacional; es revisora y juez en concursos de proyectos a nivel nacional, y asesora de los eventos que realiza el Departamento de Ciencias Básicas del TECNM (ITP), como las Jornadas Estatales del Conocimiento. Cuenta con 5 años en el área de programación.

8
artículos nacionales

3
artículos internacionales

5
años de experiencia en programación

Doctora en Ciencias de la Computación

ENGLISH

Dr. Selene Hernández Rodríguez is a full-time professor and researcher in the Department of Basic Sciences at the National Technological Institute of Mexico / Techıological Institute of Puebla. She holds a PhD in Computer Science. Her research focuses on mathematics, probability and statistics, and computer science. She has published eight national and three international articles, serves as a reviewer and judge for national project competitions, and advises Department of Basic Sciences events, including the State Knowledge Conferences. She has five years of programming experience.

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PUEBLA

ESPACIO PARA LOGOS INSTITUCIONALES

iPSüMTEC

TECNOLOGÍA • INGENIERÍA • EDUCACIÓN • CIENCIA • EN MILPA ALTA, MÉXICO

SEMBLANZA DE LA AUTORA

MTRA. ERIKA LÓPEZ SÁNCHEZ



Ingeniera Bioquímica y Maestra en Ingeniería por el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla. Está adscrita al Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación, donde se desempeña como docente en el área de ciencias básicas.

Su trabajo académico se orienta a la enseñanza de las matemáticas en ingeniería, procesos de enseñanza-aprendizaje e integración de tecnologías educativas. Sus líneas de investigación se centran en microorganismos aplicados al suelo. Ha publicado 7 artículos en revistas arbitradas e indexadas en los últimos 6 años.

7 artículos publicados

6 años de publicaciones

Ingeniería Bioquímica

Microorganismos aplicados al suelo

ENGLISH

Erika López Sánchez holds a degree in Biochemical Engineering and a Master's degree in Engineering from the National Technological Institute of Mexico / Technological Institute of Puebla. She is affiliated with the Department of Postgraduate Studies and Research, where she teaches basic sciences. Her academic work focuses on teaching mathematics in engineering, teaching and learning processes, and the integration of educational technologies. Her research interests center on microorganisms applied to soil.
She has published seven articles in peer-reviewed and indexed journals in the last six years.

SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PUEBLA

iPSüMTEC

TECNOLOGÍA • INGENIERÍA • EDUCACIÓN • CIENCIA • EN MILPA ALTA, MÉXICO

SEMBLANZA DE LA AUTORA

DRA. MARÍA PATRICIA TORRIJOS MUÑOZ



La Dra. María Patricia Torrijos Muñoz es profesora-investigadora de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla. Doctora en Investigación Educativa por la Universidad de Puebla, sus líneas de investigación se centran en probabilidad y estadística, química y estadística inferencial. Es miembro del PRODEP (profesores perfil deseable) y ha publicado 11 artículos a nivel nacional en revistas arbitradas e indexadas y 2 artículos a nivel internacional. Es coordinadora de tutorías en la institución del TECNM (ITP), cuenta con 5 años de experiencia en la industria manufacturera.

11
artículos nacionales

2
artículos internacionales

5
años de experiencia industrial

PRODEP
Perfil Deseable

ENGLISH

Dr. María Patricia Torrijos Muñoz is a Full-Time Professor and Researcher in the Department of Basic Sciences at the National Technological Institute of Mexico / Technological Institute of Puebla. She holds a PhD in Educational Research from the University of Puebla, and her research focuses on probability and statistics, chemistry, and inferential statistics. She is a member of the PRODEP program(Professors with a Desirable Profile) and has published 11 articles in peer-reviewed and indexed journals in Mexico and 2 articles internationally. She coordinates tutoring at the TECNM (ITP) and has five years of experience in the manufacturing industry.

SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PUEBLA

iPSüMTEC

TECNOLOGÍA • INGENIERÍA • EDUCACIÓN • CIENCIA • EN MILPA ALTA, MÉXICO

SEMBLANZA DE LA AUTORA

YAZIRI YERUSHA DÍAZ TORRES



Estudiante Yaziri Yerusha Díaz Torres de la carrera de Ingeniería Mecánica, estudia en el edificio de Ciencias Básicas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Puebla. Actualmente se encuentra cursando el 5 semestre de la carrera. Sus áreas de conocimientos e interés son en las materias de matemáticas, química, física, probabilidad y estadística, estadística inferencial, diseño, mantenimiento y proyectos. Ha participado en la publicación de 2 artículos a nivel nacional y 1 artículo a nivel internacional, es participante en los concursos de Ciencias Básicas y en las Jornadas Estatales del Conocimiento desde el 2023 hasta la fecha en el TECNM (ITP).

Yaziry Yerusha Díaz Torres, a Mechanical Engineering student, studies at the Basic Sciences building of the National Technological Institute of Mexico/Technological Institute of Puebla. She is currently in her fifth semester. Her areas of expertise and interest include mathematics, chemistry, physics, probability and statistics, inferential statistics, design, maintenance, and projects. She has co-authored two national publications and one international publication and has participated in Basic Sciences competitions and the State Knowledge Days at TECNM (ITP) since 2023.

2 artículos nacionales

1 artículo internacional

5.º semestre

Concursos de Ciencias Básicas

ENGLISH

EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PUEBLA

IPSUMTEC

TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO /LT. DE MILPA ALTA.

ISSN: 2594-2905

Vol, 9, No. 2

julio - diciembre 2026



EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

TecNM®

Instituto Tecnológico de Milpa Alta