

# Evaluación del dominio del método directo y cambio de variable en cálculo integral: Un estudio de caso en estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial

**RESUMEN:** La presente investigación tiene como propósito evaluar el dominio del método directo y cambio de variable en cálculo integral en los estudiantes de ingeniería en Gestión empresarial en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de las Choapas, durante el periodo Febrero – Junio 2024, es una investigación que posee un alcance documental, descriptivo, explicativo, correlacional y un corte longitudinal, se considera un grupo control y uno experimental, para determinar la muestra se utiliza un muestreo aleatorio simple por estratos, se considera una población de 54 estudiantes.

Y para dar validez a los resultados obtenidos se realiza la prueba paramétrica probabilística con *t*-student para muestras pequeñas dando como resultado un *p*-valor menor del nivel de significancia del 5%, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), existiendo suficiente evidencia que existe diferencia en ambos grupos en el dominio del método directo y cambio de variable en la evaluación del cálculo integral en los estudiantes de ingeniería en Gestión Empresarial del TecNM / ITSCH.

**PALABRAS CLAVE:** dominio, método directo, cambio de variable, cálculo integral.



## Colaboración

Elda Jacinto Martínez; Yesenia González Cruz; Beatriz Cupido Pimentel, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas

Fecha de recepción: 17 de agosto de 2024

Fecha de aceptación: 22 de noviembre de 2024

**ABSTRACT:** The purpose of this research is to evaluate the mastery of the direct method and change of variable in integral calculus in engineering students in Business Management at the Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de las Choapas, during the period February - June 2024, it is a research that has a documentary, descriptive, explanatory, correlational scope and a longitudinal section, a control group and an experimental group are considered, to determine the sample a simple random sampling by strata is used, a population of 54 students is considered.

And to validate the results obtained, the probabilistic parametric test is carried out with *t*-student for small samples, resulting in a *p*-value lower than the 5% significance level, the null hypothesis ( $H_0$ ) is rejected, there is sufficient evidence that There is a difference in both groups in the mastery of the direct method and change of variable in the evaluation of integral calculus in engineering students in Business Management of TecNM / ITSCH.

**KEYWORDS:** domain, direct method, change of variable, integral calculus.

## INTRODUCCIÓN

Hoy día ha cambiado la forma de evaluar a los estudiantes debido a que se trabaja con enfoque por competencias y los docentes deben utilizar estrategias que le apoyen al estudiante a adquirir el conocimiento, y dentro de su proceso de aprendizaje este pueda manifestar el aprendizaje mismo logrado, “desarrollando mecanismos que van de la práctica a la teoría y de ésta nuevamente a la práctica” [1, p.39], formando un estudiante que “desarrolla una capacidad metacognitiva es decir, la de pensar sobre su propio

pensamiento capacidad que le permite en sus estadios de evolución, socialización y formación humana y académica ser reflexivo y autocrítico sobre su aprender y lo aprendido [1].

La importancia de las matemáticas dentro del Instituto tecnológico superior de las Choapas busca dentro de las áreas de la ingeniería darle la importancia en los estudiantes para que como vayan avanzando en sus semestres obtengan una formación de calidad como futuro profesionalista. El aprendizaje de cálculo integral dentro de sus contenidos tiene un enfoque de las técnicas de integración preferentemente en la unidad dos en donde curricularmente contiene distintos métodos que son método directo, cambio de variable, por partes, trigonométricas, sustituciones trigonométricas y fracciones parciales, todas y cada una de ellas son importantes.

### Planteamiento del problema

El Tecnológico Nacional de México campus las Choapas los comentarios de los docentes que imparten las materias subsecuentes como: economía empresarial, probabilidad y estadística, Costos empresariales, dentro del aula ellos manifiestan que existe un bajo aprovechamiento de los alumnos de la carrera de ingeniería en gestión empresarial específicamente en la asignatura de cálculo integral que se imparte en el segundo semestre, carecen del dominio del método directo y cambio de variable es el que más se utiliza dentro de las materias ya mencionadas, en las evaluaciones diagnósticas se aprecia un aprendizaje de carencia previas las cuales fueron abordadas durante el segundo semestre cursado por los alumnos y son necesarias las técnicas de integración para continuar en la modelación matemática de fenómenos de su contexto en el sistema escolarizado y sistema mixto.

Los docentes manifiestan que a los alumnos se les evalúan con ejercicios prácticos, participaciones en clases, ejercicios extra clase, el uso de los Tic's con ejercicios de forma individual y en equipo, así como reforzamientos de recursos con videos, estos cumplen con los criterios de evaluación durante la unidad, solo que al evaluarlos en el examen escrito es cuando se sienten no motivado debido a que el alumno no le da la prioridad.

De acuerdo a lo anterior mencionado se ha decidido investigar por medio de la evaluación en el dominio del método directo y cambio de variable en cálculo integral en los estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial mediante una evaluación escrita con dos grupos diferentes para conocer si existe evidencias como lo han manifestado los docentes que imparten las materias subsecuentes que los estudiantes tienen deficiencia en el dominio, y que el docente se forme en mejores procesos de evaluación.

El docente adquiere evidencias de producto, conocimiento, actitudes y desempeño ¿Cuál es el dominio del

estudiante de ingeniería en gestión empresarial en cálculo integral del método directo y cambio de variable? Pregunta que se pretende responder en este objeto de estudio.

En este estudio se evalúa en el alumno el dominio del método directo y cambio de variable en cálculo integral en los estudiantes de ingeniería en gestión empresarial en el TecNm/ Instituto Tecnológico Superior de las Choapas, ya que se le considera fundamental que dentro del proceso de enseñanza aprendizaje posea el dominio de estos, dos métodos como mínimo, que son parte de su evaluación formativa dentro del contenido de la asignatura, es importante destacar que para que el alumno pueda resolver ejercicios que incluyan procedimientos y fórmulas básicas, debe tener la capacidad de comprensión y actitud para encontrar la respuesta correcta.

¿Por qué considerar una evaluación formativa incluyendo estos dos métodos?, bien el modelo educativo del siglo XXI [1], menciona que los contenidos procedimentales el saber hacer "son ejecuciones de procesos, métodos, técnicas, y, desde luego, de procedimientos". Así como el saber ser "considera que los contenidos actitudinales son parte de la formación del alumno, debido a que "se hacen presentes en la aplicación de los contenidos conceptuales y procedimentales" [1].

El Modelo educativo para el siglo XXI [1], también "considera al aprendizaje como un proceso constructivo que requiere de la voluntad del individuo para conocer, gestionar información usar mecanismos intelectuales y herramientas culturales (lenguaje oral y escrito), exteriorizar y comprometer actitudes e interactuar con otros en el manejo de saberes para la aplicación de conocimientos y la solución de problemas" por lo que se considera que la evaluación escrita no debe quedar excluida de la evaluación formativa, ya que mediante el desempeño puede demostrar el desarrollo de las habilidades que requiere su campo de formación [1].

Involucrando los términos anteceditos en conjunto se confirma por Sandoval [2] que una "evaluación consiste en recolectar información para realizar un juicio que permita tomar decisiones con la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje" [2].

El Manual de Lineamientos Académico-Administrativos TecNM [3], indica que "La forma de evaluación, por su finalidad y el momento en que se aplica, son tres la diagnóstica, formativa y sumativa, e indica que en la evaluación formativa hace referencia a que "durante la formación y desarrollo de competencias se generan evidencias que dan cuenta tanto del proceso mismo, como del nivel de desempeño alcanzado, que permiten una evaluación continua", en esta etapa se van agregando las estrategias enseñanza-aprendizaje con las que se evalúan a los alumnos, siendo las evidencias de apren-

dizajes participación en clases, participación extra clase, mapas conceptuales, mapas mentales, prácticas, proyectos y evaluación escrita por mencionar algunos, siendo esta última la que evalúa conocimientos y habilidades del alumno, por ello en la investigación se utiliza como el instrumento una evaluación con reactivos para verificar el conocimiento y dominio de ambos métodos [3].

Como menciona Clavijo [4], “sin la evaluación sería imposible saber qué han aprendido los estudiantes en relación con los contenidos y cómo estos saberes se expresan en conocimientos, habilidades, actitudes y valores mediante diversas tareas” [4].

Definitivamente como lo indica el autor mencionado, se necesita una herramienta que permita verificar que el alumno posee los conocimientos y habilidades que se requieren para la resolución de ejercicios en el área de matemáticas, y que mejor instrumento que una evaluación escrita, también se debe considerar que la mayoría de los alumnos en el área de gestión empresarial se les dificulta el dominio del cálculo integral en la ingeniería, más sin embargo es indispensable que desarrolle esta habilidad y es necesario que el docente agote todas sus estrategias de enseñanza para fortalecer el aprendizaje.

Introduciendo un poco en la importancia del tema de cálculo integral, se menciona a García [5], quien realiza una investigación descriptiva sobre la problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería en la universidad de Costa Rica, considera que “el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas en general, y del cálculo en particular, presentan una de las mayores dificultades para los estudiantes de nivel universitario, incluidos los estudiantes de las carreras de Ingeniería” [5z]. En muchas otras ocasiones no solo es el desarrollo de la habilidad en el estudiante sino las estrategias que utiliza o implementa el docente, alusivo a esto el autor Rojas [6], considera que “el profesor debe saber, utilizar diversas vías, cuál es el estado real del aprendizaje de sus estudiantes para, sobre esa base, dirigir el proceso hacia la búsqueda de lo nuevo” [6].

También Sánchez et al. [7], en su artículo de Estrategia didáctica para desarrollar la habilidad de calcular integrales definidas desde un aprendizaje creativo, citando a Ferrer Vicente y Rebollar Morote (1995), considera que “una habilidad matemática es la construcción por el alumno del modo de actuar inherente a una determinada actividad matemática, que le permite buscar o utilizar conceptos, propiedades, relaciones, procedimientos matemáticos” [7]. Por lo tanto, el alumno será capaz de aplicar su habilidad y comprensión en la lógica matemática desde que se imparte la integral definida en donde se hacen uso de las propiedades de las integrales, las cuales son apoyo para realizar los procedimientos que se utilizan en los tipos de integración de las integrales

indefinidas abordadas en temas anteriores que ya debió conocer el alumno y que le permitirá continuar con los temas posteriores, donde utiliza el método directo y cambio de variable.

Por todo lo descrito en párrafos anteriores no se puede dejar fuera el tema de integral indefinida, abordado por Larson y Edwards [8], que “indican que esta puede estar de forma simple o compuesta, para el método directo, y para el caso de cambio de variable se utilizan en sustitución una letra que se sustituye se puede reescribir por completo la integral en términos de  $u$  y  $du$  (o cualquier otra variable conveniente)” [8].

Mientras el autor Escorcía et al. [9], sugiere que para resolverlas los ejercicios donde se utilizan la aplicación de cambio de variable se realicen los siguientes pasos:

- 1.-Escoger la sustitución  $u=g(x)$ . Se sugiere elegir como la función  $u$  la parte interna de una función compuesta del integrando.
- 2.-Hallar “ $du=g'(x) dx$ ”
- 3.-Reescribir la integral en términos de la nueva variable  $u$ .
- 4.-Calcular la antiderivada general del (paso tres) en términos de  $u$ .
5. Reescribir la antiderivada general (del paso cuatro) en términos de la variable  $x$ , reemplazando  $u$  por  $g(x)$  [9].

Hay que destacar que en las integrales indefinidas en donde utiliza funciones con expresiones algebraicas y polinómicas es necesario conocer y utilizar las propiedades de la integral, como especifica el autor Guadarrama [10].

a)  $\int (f(x)+g(x))dx = \int f(x)dx + \int g(x)dx$  es la propiedad de la suma o resta de dos funciones se puede separar en dos integraciones debido al operador matemático que utiliza.

b)  $\int kf(x)dx = k\int f(x)dx$  donde  $k$  es un número real [10, p. 71-72]. Esta propiedad ayuda a separar fuera de la integral a la constante  $k$  y dejar únicamente a la variable independiente dentro del integrando.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Metodología

El estudio se realizó durante el semestre febrero-junio 2024 con alumnos de la carrera de ingeniería en gestión empresarial del Tecnológico, y el objetivo es evaluar el dominio del método directo y cambio de variable en cálculo integral en los estudiantes de ingeniería en gestión empresarial en el Tecnológico Nacional de México / Tecnológico, mediante un grupo experimental y un grupo control.

Es una investigación que posee un alcance documental, descriptivo, explicativo, correlacional y un corte longitudinal, se considera un grupo control y uno experimental.

Para el grupo experimental se usa prueba previa sin intervención del docente, y para el grupo control la prueba posterior con intervención del docente y sus estrategias de enseñanza aprendizaje.

**Participantes**

La población total la formaron 54 alumnos de la carrera de ingeniería empresarial, del cual el sistema escolarizado son 24 estudiantes y sistema mixto 30 todos inscritos en el segundo semestre del periodo febrero-junio 2024 en el Instituto Tecnológico Superior de las Choapas

Para la muestra se consideró al grupo experimental a los alumnos de sistema mixto con previos conocimientos en el método directo y de cambio de variable conocimientos adquiridos en la preparatoria y de cálculo diferencial, mientras que el grupo control lo formaron los del sistema escolarizado con conocimientos adquiridos en el aula guiados por su docente que les impartió la clase de cálculo integral de la unidad dos con técnicas de enseñanza de ejercicios prácticos, ejercicios de participación dentro del aula, ejercicios extra clase y herramientas tecnológicas como Tic's.

Para determinar la muestra se utilizó un muestreo aleatorio simple por estratos utilizando la Ec.(1) [ 11 ].

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N - 1)e^2 + z^2pq} \quad \text{Ec.(1)}$$

Descripción de los parámetros de la fórmula 1:

*N* = Población

*z* = Parámetro estadístico que depende el nivel de confianza

*p* = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

*q* = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

*e* = Error de estimación máximo aceptado.

Al sustituir en la ecuación uno (Ec. 1), el parámetro de *N* con una población de 54, con un nivel de confianza del 95% la cual le corresponde un valor de Zeta crítica de 1.96 y una probabilidad de que ocurra el evento estudiado en proporción del 50%, así como un error estimado del 5%, con estos datos en la ecuación uno Ec. (1), se obtuvo una muestra de 47 alumnos como se muestra en la Tabla 1, de los cuales 68 % son mujeres y 32 % son hombres.

Tabla 1. Sustitución para determinar el valor de la muestra.

Cálculos del tamaño de la muestra				
N	z	p	q	e
54	1.96	0.5	0.5	0.05
$n = \frac{54(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(54 - 1)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = \frac{51.8616}{1.0929} = 47.4531$				

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 se muestran los dos grupos a utilizar en el objeto de estudio y se observa que para el grupo experimental (sistema mixto) será de la muestra de 29 y para el grupo control( sistema escolarizado) 18 alumnos del TecNM / Instituto Tecnológico Superior de las Choapas.

Tabla 2. Muestra por estrato.

Carreras	Población	Estratos
Ingeniería en Gestión Empresarial sistema Mixto	33	29
Ingeniería en Gestión Empresarial sistema Escolarizado	21	18
	N=54	n=47

Fuente: Elaboración propia.

La investigación de estudio se dividió en una evaluación previa para el grupo experimental (Sistema mixto) y otra posterior para el grupo control (Escolarizado) ambos se aborda la temática del método directo y cambio de variable, se utilizó el mismo instrumento con los mismos reactivos, este fue un examen escrito con 4 reactivos, dos de opción múltiple y 2 de respuestas abiertas las que fueron analizadas y revisadas por expertos (profesores que imparten la asignatura de cálculo integral). A los participantes se les proporciono un juego las fórmulas de integración básicas a utilizar en esta evaluación y a cada reactivo se le asigno un valor ponderativo de 7.5 puntos, teniendo como valor total la evaluación escrita de 30 puntos, con dicho instrumento se evaluó en el alumno el dominio del método directo y cambio de variable en la asignatura de cálculo integral, ya que es importante que adquiera el conocimiento y las habilidades en la utilización de estos métodos, así mismo aporta información acerca del desempeño del alumno mediante una evaluación escrita (la cual es parte de las evidencias formativas).

En el instrumento previo y posterior se consideró lo siguiente:

En el reactivo uno se le pide al alumno que resuelva la integral indefinida, en donde el integrando está compuesto por una función algebraicas cuadrática y que se encuentra multiplicada por una constante siendo (1/2) considerando que es un ejercicio simple y puede ser contestado por el alumno realizando los procedimientos y aplicación de una de las propiedades de la integral indefinida en donde involucra una constante que multiplica a la función cuadrática para encontrar su solución final utilizando las fórmulas de integración básica incluidas en el formulario proporcionado a los estudiantes, siendo un ejercicio de (opción abierta).

Para el reactivo dos se le solicita al alumno que realice la integral indefinida, en donde el integrando es una función compuesta, en estos tipos de ejercicios el integrando (lo que se encuentra dentro del símbolo de

la integral) está formado por una función  $g(x)$  es decir  $(x^3+3)^4$  multiplicada por la derivada de la parte interna de la misma función, por la que se puede utilizar el método directo y el método de cambio de variable, en el reactivo solo se le solicita al alumno que lo resuelva utilizando el método de cambio de variable, en donde tendrá que utilizar una variable que puede identificarla como  $u$  es decir  $u=g(x)$  para que pueda derivar a  $u$  obteniendo " $du=g'(x) dx$ " que es equivalente a la primera derivada de  $u$ . Al alumno se le proporcionan 4 opciones de respuesta posibles (opción múltiple), pero para llegar a la correcta, debe realizar el procedimiento; es importante destacar que en este reactivo se evalúa el procedimiento de la resolución del ejercicio realizado por los alumnos que les permitió llegar a la opción seleccionada.

Para el reactivo tres, se requiere que el alumno realice la integral indefinida, por el método directo en donde el integrando está compuesta por una función lineal ( $r$ ) multiplicada por una constante ( $\pi$ ), siendo por ello una función simple; es decir, una expresión algebraica, que se realiza de forma inmediata utilizando las propiedades de la integral indefinidas y posteriormente utilizando las fórmulas de integración básicas, realizando los pasos necesarios para llegar a la solución correcta (opción abierta), en este se califica el procedimiento para llegar al resultado.

En el último reactivo, se le pide al alumno realice la integral indefinida, por el método directo en donde el integrando está compuesto por dos funciones algebraicas que se están sumando, se resolverá de acuerdo a los procedimientos deberá utilizar la propiedad de la suma o resta de dos funciones para poder separar las dos funciones que se encuentran dentro de la integral y obtener dos integrales, continuando con su resolución y con la aplicación de las fórmulas de integración básicas proporcionadas al alumno, es un ejercicio donde se califica el procedimiento realizado para llegar a la solución correcta y que le permite seleccionar el inciso correcto (opción múltiple).

### Validación del instrumento

Para darle confiabilidad "consistencia interna se refiere al grado en que los ítems de una escala se correlacionan entre ellos" [12, p.39], con los datos obtenidos se empleó el programa estadístico IBM SPSS Statistics, versión 30 [13], para la comprobación de la asociación entre las variables de estudio, con esto se pretende dar importancia a la validez y confiabilidad del instrumento utilizado durante la investigación, con un rango de respuesta del 1 al 4, donde 1 significa mal, 2 expresa regular, 3 representa bien y 4 denota excelente.

Los resultados de la información analizada se muestran en la Tabla 3, se observa que se obtiene un valor de 0.843 dentro de un rango de 0.5 a 0.90 siendo un rango de bueno [12].

Tabla 3. Cálculo de Alfa de Cronbach en SPSS V.30.

Estadístico de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0.833	0.834	4

Fuente: Elaboración propia.

Para este estudio se planteó las siguiente como hipótesis:

$H_0$  = No hay diferencia en ambos grupos en el dominio del método directo y cambio de variable en la evaluación escrita de cálculo integral en los estudiantes de ingeniería Empresarial en Gestión Empresarial.

$H_1$  = Si existe diferencia en ambos grupos en el dominio del método directo y cambio de variable en la evaluación escrita de cálculo integral en los estudiantes de ingeniería Empresarial en Gestión Empresarial.

### RESULTADOS

Mediante la herramienta Excel-Microsoft Office se realiza la organización de la información obtenida del instrumento de evaluación, el cual contiene cuatro reactivos, tres de método directo y una de cambio de variable. La Figura 1, presenta los resultados obtenidos de la evaluación previa de los estudiantes considerados en la muestra.

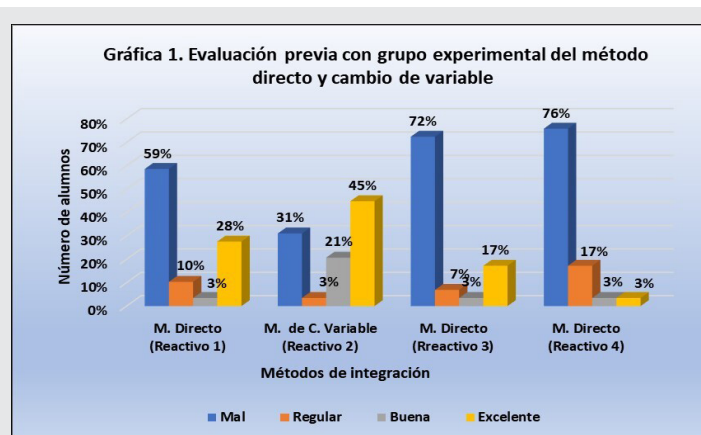


Figura 1. Gráfica 1. Evaluación previa.

Fuente: Propia de los autores.

**Interpretación la gráfica 1.** Reactivo 1 (Método directo), se le solicitó al alumno que resolviera la integral indefinida en donde el integrando está compuesto por una función algebraica cuadrática y que se encuentra multiplicada por una constante de  $(1/2)$ , en la respuesta de la evaluación previa se observa que el 59% que corresponde a 17 alumnos no la contestaron, el 10% equivalente a 3 alumnos siendo minoría, con un 3% muy bajo estuvieron en la escala buena, en el caso de escala excelente un 28% arriba de una cuarta parte del total de los alumnos es decir 8 alumnos, confirmando que arriba del 25% dominan el método que se evalúa.

Reactivo 2 (Método de Cambio de variable), se le solicita al alumno que realice la integral indefinida, en donde el integrando es una función compuesta, en la evaluación previa el 31% que corresponde a 9 alumnos que contestaron de forma incorrecta debido a que no la contestaron, mientras una minoría del 3% equivalente a 1 contestaron en el rango de regular, con un 21% que corresponde a 6 alumnos obtuvieron respuestas dentro del rango buena y con un 45% no siendo ni la mitad de los alumnos llegaron al rango de excelente.

Reactivo 3 (Método directo), se solicita al alumno realice la integral indefinida, por el método directo en donde el integrando está compuesta por una función lineal ( $r$ ) en vez de  $x$ , multiplicada por una constante ( $\pi$ ), se observa que en la evaluación previa el 72% equivalente a 21 alumnos contestaron en la escala de mal es decir no la contestaron de forma correcta, mientras que un 7% equivalente a 2 de los alumnos contestaron en la escala de regular de los que si dominan el método, mientras que un 3% equivalente a 1 alumno se encuentran en la escala de buena y un 17% en el rango de excelente no existiendo minoría en el dominio en el aprendizaje del método de integración.

Reactivo 4 (Método directo), se le indica al alumno resuelva la integral indefinida en donde el integrando está compuesto por dos funciones algebraicas que se están sumando, en la evaluación previa el 76% equivale 22 de los alumnos contestaron mal en todos los aspectos o no la contestaron, con solo una minoría del 17% equivale 5 alumnos contestaron de forma regular, y solo el 3% se encuentra entre buena y excelente, aquí se observa que el alumno presenta más dominio que en el reactivo 1, ciertamente aunque son mismo método solo cambian el tipo de función y en este reactivo que usa el método directo es en donde más alumnos existen de reprobados.

A continuación, se presenta en la Figura 2 la evaluación posterior cuando ya se les dio intervención a los alumnos, técnicas didácticas para su evaluación.

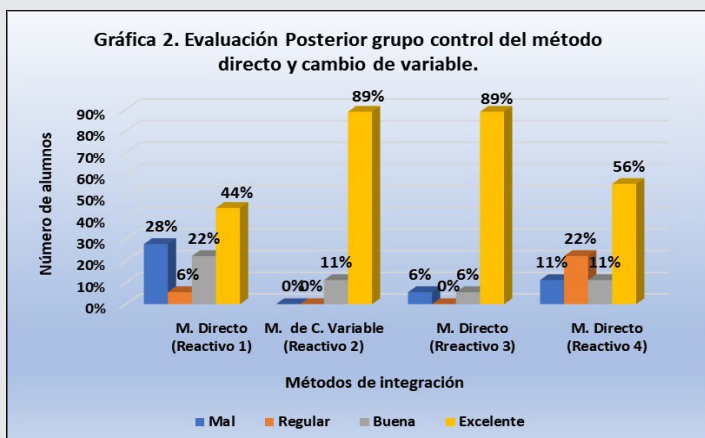


Figura 2. Gráfica 2. Evaluación posterior.  
Fuente: Propia de los autores.

**Interpretación gráfica 2.** Reactivo 1 (Método directo), se le solicito al alumno que resolviera la integral indefinida en donde el integrando está compuesto por una función algebraica cuadrática y que se encuentra multiplicada por una constante de  $(1/2)$ , en la respuesta de la evaluación posterior se observa que el 28% que corresponde a 5 alumnos no la contestaron y estaban mal, el 6% equivalente a 1 alumno siendo minoría se encontró en el rango de regular, con un 22% (4 alumnos) estuvieron en la escala buena, en el caso de escala excelente un 44% arriba de una cuarta parte del total de los alumnos es decir 8 alumnos casi un 50%.

Reactivo 2 (Método de Cambio de variable), se le solicita al alumno que realice la integral indefinida, en donde el integrando es una función compuesta, Se puede observar que el 0% en la escala de mal y regular, mientras que el 11% que corresponde a 2 alumnos que contestaron el examen escrito contestaron en el rango de buena favoreciendo de esta manera al rango excelente que obtuvo el 89% que corresponden a 16 alumnos llegando al rango de excelente, comprobándose un dominio en este método.

Reactivo 3 (Método directo), se solicita al alumno realice la integral indefinida, por el método directo en donde el integrando está compuesta por una función lineal ( $r$ ) en vez de  $x$  multiplicada por una constante ( $\pi$ ), se observa que en la evaluación el 6% equivalente a 1 alumno contestaron en la escala de mal es decir no la contestaron o contestaron de forma incorrecta, mientras que un 6% equivalente a 1 de los alumnos contestó en la escala de buena de los que si dominan el método, mientras que un 89% equivalente a 16 alumnos se encuentran en la escala de excelente existiendo mayoría en el dominio en el aprendizaje del método de integración en este reactivo.

Reactivo 4 (Método directo), se le indica al alumno resuelva la integral indefinida en donde el integrando está compuesto por dos funciones algebraicas que se están sumando, en la evaluación se observa variación ya que el 11% equivalente a 2 alumnos contestaron mal o no lo contestaron, mientras que el 22% lo contestaron forma regular, y solo el 11% se encuentra en escala buena, con el 56% que equivale a 10 alumnos alcanzaron mejoría en excelente ligeramente arriba del 50% en el que se confirma que los alumnos en este método mejora durante la intervención de las didácticas utilizadas por el docente.

**Validación de los resultados mediante una prueba paramétrica**

Mediante un análisis con uso de la estadística inferencial se realiza la prueba paramétrica para validar los resultados obtenidos en la estadística descriptiva para ambos grupos como se observa en la Tabla 4 donde se realizó el cálculo de las medias.

Tabla 4. Datos de la estadística inferencial.

Grupo	Media	Desviación	Muestra
Experimental	1.95	1.26521654	29
Control	3.40277778	0.87052104	18

Fuente: Elaboración propia.

En este estudio se planteó como hipótesis:

$H_0$  = No hay diferencia en ambos grupos en el dominio del método directo y cambio de variable en la evaluación escrita de cálculo integral en los estudiantes de ingeniería Empresarial en Gestión Empresarial.

$H_1$  = Existe diferencia en ambos grupos en el dominio del método directo y cambio de variable en la evaluación escrita de cálculo integral en los estudiantes de ingeniería Empresarial en Gestión Empresarial.

Se considera un nivel de significancia del 5% (0.05), utilizando Microsoft Excel nos generó un valor estadístico de prueba para t de -4.09 con 45 grados de libertad, un valor crítico de 2.014 y comprobándose en obtener el valor de prueba de dos colas un p-valor de prueba de 0.0002, como  $p < .05$  se rechaza la hipótesis nula.

La prueba paramétrica de t-student se comprueba que efectivamente si existe diferencia en ambos grupos en el dominio del método directo y cambio de variable en la evaluación escrita, debido a que el grupo experimental no fue guiado por el docente y el grupo control si lo tuvo, y que el grupo control tiene mayor dominio que el grupo experimental.

### Trabajo a futuro

En base a lo obtenido en esta investigación, se sugiere implementar métodos pedagógicos alternativas como lo son las herramientas digitales, actividades colaborativas y medir su impacto en futuras cohortes de estudiantes.

Finalmente, hay que considerar que haciendo uso de las estrategias de enseñanza y que estén fundamentadas en las clases de cálculo integral de parte del docente, existe la posibilidad que los alumnos adquieran un aprendizaje cognitivo satisfactorio para alcanzar un aprendizaje significativo que le permitan una preparación en los dos métodos de integración método directo y cambio de variable para proyectarse a las demás materias de aplicación como son; la economía, álgebra lineal, contabilidad etc., esto se puede comprobar al finalizar el semestre aplicando una encuesta a los alumnos para evaluar la percepción que tienen acerca de las estrategias utilizadas e implementadas por el docente, esto permitirá generar un resultado objetivo comparándolo con el porcentaje obtenido por los alumnos en la unidad 2 e incluso en toda la asignatura, dando así certeza si están funcionando o no las estrategias implementadas o hay que realizar alguna modificación, como lo indica Rojas [6], "el profesor debe saber, utilizar di-

versas vías, cuál es el estado real del aprendizaje de sus estudiantes para, sobre esa base, dirigir el proceso hacia la búsqueda de lo nuevo" [6].

Por lo que se considera que es importante que el alumno evalúe las estrategias que está utilizando el docente en el aula, y lograr determinar si se están implementando las ideales para transmitir y desarrollar las habilidades de solución del método directo y cambio de variable en el estudiante, ya que es de suma importancia los alumnos desarrollen esta habilidad.

### CONCLUSIONES

Se ha comprobado que a nivel ingeniería los alumnos deben incorporar los conocimientos previos con los nuevos para que su nivel de comprensión sea más fortalecido, en cada semestre que vaya cursando y que al finalizar la carrera tenga una competencia integral. La materia de cálculo integral es de mucha importancia en la carrera de ingeniería en gestión empresarial debido a que utiliza el pensamiento lógico para el aprendizaje.

En los resultados obtenidos en esta investigación indica que cuando los alumnos fueron evaluados sin la guía del docente en la evaluación previa, mostraron que si tenían nociones básicas de cálculo integral en cuanto a los dos métodos de integración (método directo y cambio de variable), pero no lo suficiente como para obtener más del 80% de reactivos correctos; es decir, el dominio de los métodos.

En la solución del método de cambio de variable, en la evaluación previa el 45% que correspondieron a 13 alumnos que contestaron de forma excelente fue minoría, mientras que el 89% equivalente a 16 alumnos contestaron de forma excelente en la evaluación posterior, con esto se comprueba que efectivamente en el previo no tuvo la intervención educativa por parte del docente no conocían como llegar a la solución, en la evaluación posterior si fue conducido por el docente.

Definitivamente se observa que en los ejercicios en donde aplican el método directo con solo variar el tipo de función dentro del integrando el alumno muestra dificultades al resolverlo con los procedimientos, como se mostró en el reactivo tres (método directo) de la evaluación previa, que en la función del ejercicio solo se cambió la variable independiente x por una r, y se obtuvo el 17% que corresponden a 5 alumnos que obtuvieron respuestas excelentes y correctas 3% en el reactivo 4 siendo el mismo método de integración, cuando en realidad se considera un ejercicio sencillo y simple, ya que la sustitución de una variable por otra no afecta la resolución.

Concluyendo que los alumnos mejoraron en el dominio de ambos métodos, y esto se puede verificar en la evaluación posterior, debido a que los porcentajes obtenidos fueron más altos comparados con la evalua-

ción previa por lo que la hipótesis alternativa planteada “Existe diferencia en ambos grupos en el dominio del método directo y cambio de variable en la evaluación escrita de cálculo integral en los estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial”, la cual se confirma con los resultados obtenidos por los estudiantes en la evaluación posterior, si dominan el método directo y cambio de variable, debido a la intervención, sin embargo no afirma que al 100% lo dominen, incluyendo que tenían el guía del docente donde estableció estrategias didácticas en su aprendizaje, ejercicios de práctica, ejercicios de participación dentro de aula, ejercicios extra clase, videos como recurso. Por lo que se recomienda realizar ejercicios adicionales o actividades enfocadas en el método que presenten mayores dificultades, así como un valor agregado de aplicarlos a ejemplos de campo.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los estudiantes que apoyaron con su evaluación de forma objetiva, ya que fue parte de la evaluación real en la unidad dos de la materia de cálculo integral, también se agradece a los docentes de la academia de ciencias básicas y de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial por las facilidades y el apoyo brindado.

#### BIBLIOGRAFÍA

[1] MODELO EDUCATIVO PARA EL SIGLO XXI. “Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales”. Dirección General de Educación Superior Tecnológica, Diciembre. 2012. [En línea]. Disponible: <http://www.dgest.gob.mx/modeloeducativo/modeloeducativo.pdf>.

[2] P. Sandoval Rubilar, A. C. Maldonado-Fuentes, y M. Tapia-Ladino, “Evaluación educativa de los aprendizajes: Conceptualizaciones básicas de un lenguaje profesional para su comprensión”, PE, vol. 15, no. 1, pp. 49-75, Junio. 2022. <https://revistas.uca.edu.uy/index.php/paginasdeeducacion/article/view/2638/2546>.

[3] Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México. “Planes de estudio para la formación y desarrollo de competencias profesionales”. Tecnológico Nacional de México. 2015. [En línea]. Disponible: [https://www.tecnm.mx/normateca/Direcci%C3%B3n%20de%20Docencia%20e%20Innovaci%C3%B3n%20Educativa/Manual%20Lineamientos%20TecNM%202015/Manual\\_de\\_Lineamientos\\_TecNM.pdf](https://www.tecnm.mx/normateca/Direcci%C3%B3n%20de%20Docencia%20e%20Innovaci%C3%B3n%20Educativa/Manual%20Lineamientos%20TecNM%202015/Manual_de_Lineamientos_TecNM.pdf).

[4] G. Á. Clavijo Clavijo, “La evaluación del y para el aprendizaje”, Observatorio/Instituto Para El Futuro De La Educación, Febrero. 2021. [https://drive.google.com/file/d/19-QCWSJC\\_aizMeW0SUK2f-JYXgBwExzZO/view?usp=sharing&usp=embed\\_](https://drive.google.com/file/d/19-QCWSJC_aizMeW0SUK2f-JYXgBwExzZO/view?usp=sharing&usp=embed_)

[facebook%20\(accessed%20Jul.%202027,%202024\)](https://www.facebook.com/revistaingeniantes/). (accedido Julio. 24, 2024).

[5] J. Á. García Retana, “La problemática de la enseñanza y el aprendizaje del cálculo para ingeniería,” Rev Educ, vol. 37, no. 1, pp. 29-42, Junio. 2013. <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/10627>.

[6] A. Rojas Taño y J. B. Rodríguez Sosa, “La significatividad del aprendizaje del cálculo diferencial e integral,” Varona. Revista Científico Metodológica [en línea], vol. 1, no.72, pp. 11-15, Junio. 2021. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1992-82382021000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1992-82382021000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

[7] W. Sánchez Campanioni, A. Pérez González, y J. M. Remedios González, “Estrategia didáctica para desarrollar la habilidad calcular integrales definidas desde un aprendizaje creativo,” Mendi-ve Rev. Educ., vol. 21, no. 1, pp. 1-17, 4 de Marzo, 2023. <https://mendive.upr.edu.cu/index.php/MendiveUPR/article/view/3007/pdf>.

[8] R. Larson y B. Edwards, Cálculo I: De una variable, 9a Ed. México D.F, McGraw Hill, 2010.

[9] E. Escorcía Caballero, E. Hernández Sas- toque, y J. Barros Troncoso, “Cálculo integral aplicado a las ciencias empresariales y económicas,” Noviembre. 30, 2020. [https://www.google.com.mx/books/edition/C%C3%A1lculo\\_integral\\_aplicado\\_a\\_las\\_ciencia/8kYgEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0](https://www.google.com.mx/books/edition/C%C3%A1lculo_integral_aplicado_a_las_ciencia/8kYgEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0) (accedido Julio. 27, 2024).

[10] M. Guadarrama Gallardo, “Cálculo Integral: Bachillerato Tecnológico,” 2022. [https://www.google.com.mx/books/edition/C%C3%A1lculo\\_integral/z8KVEAAAQBAJ?hl=es-%20419&gbpv=0](https://www.google.com.mx/books/edition/C%C3%A1lculo_integral/z8KVEAAAQBAJ?hl=es-%20419&gbpv=0) (accedido Agosto. 11, 2024).

[11] A. Díaz Mata, Estadística Aplicada a la administración y la economía, 1a ed. México D.F, McGraw Hill, 2013.

[12] D. Frías Navarro (2022). “Apuntes de estimación de la fiabilidad de consistencia interna de los ítems de un instrumento de medida”. Universidad de Valencia. España. <https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>

[13] IBM SPSS Statistics. Statistical Package for the Social Sciences (V.30). (2024) <https://www.ibm.com/products/spss-statistics>