



Publicación Cuatrimestral. Vol. 8, No 1, Enero/Abril, 2023, Ecuador (p. 1-20). Edición continua

<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/index>

[revista.bdlaciencia@utm.edu.ec](mailto:revista.bdlaciencia@utm.edu.ec)

Universidad Técnica de Manabí

DOI: <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i1.4685>

## IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN ESCENARIOS PARA LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO ARMÓNICO AMORTIGUADO

Eduardo Francisco Baidal Bustamante\*<sup>ID</sup>, Rubén Leopoldo Manrique Suarez<sup>ID</sup>, Roberto Ronald Idrovo Tóala<sup>ID</sup>

Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad de Guayaquil. E-mail:

[ruben.manriques@ug.edu.ec](mailto:ruben.manriques@ug.edu.ec); [roberto.idrovot@ug.edu.ec](mailto:roberto.idrovot@ug.edu.ec)

\*Autor para correspondencia: [eduardo.baidalb@ug.edu.ec](mailto:eduardo.baidalb@ug.edu.ec)

Recibido: 18-5-2022 / Aceptado: 15-12-2022 / Publicación: 1-1-2023

Editor Académico: Jorge Rosendo Flores Herrera<sup>ID</sup>

### RESUMEN

El propósito de este estudio es determinar el rendimiento alcanzado con la implementación de la metodología del Aprendizaje Basado en Escenarios en la enseñanza del Movimiento Armónico Amortiguado. Para esta investigación se escogieron dos paralelos de física aplicada de la carrera de ingeniería industrial de un instituto de educación superior ecuatoriano. Los cursos seleccionados fueron el IND-S-NO-2-8 y el IND-S-NO-2-10, definidos como grupos intactos por no existir procedimiento de selección aleatoria de participantes, pues estos son estudiantes matriculados. Al paralelo IND-S-NO-2-10 se le denominó grupo de control y se le aplicó la Metodología de la Clase Tradicional, mientras al paralelo IND-S-NO-2-8 se le aplicó la Metodología del Aprendizaje Basado en Escenarios. Ambos grupos recibieron las clases bajo la modalidad virtual. Para esta investigación se plantearon dos hipótesis (de investigación y nula), las cuales fueron contrastadas por medio de la Prueba t de Student para dos muestras relacionadas. Además, para medir el rendimiento alcanzado por los grupos de investigación, se aplicó la ganancia de Hake y el cálculo de los componentes normalizados de Dellwo. Como resultado, se obtuvo un valor "P(T≤t) dos colas" superior al nivel de significancia de 0,05 y el valor "estadístico t" se encuentra dentro de la zona de rechazo de la hipótesis nula, demostrando que la Metodología del Aprendizaje Basado en Escenarios proporciona mayor rendimiento que la Clase Tradicional. El cálculo de la ganancia de aprendizaje utilizando el factor de Hake y de Dellwo mostró que ambos grupos de investigación se encuentran en el nivel de ganancia media.

**Palabras clave:** Aprendizaje Basado en Escenarios Prácticos, Movimiento Armónico Amortiguado, Prueba t de Student.

## IMPLEMENTATION OF SCENARIO-BASED LEARNING FOR THE TEACHING OF DAMPED HARMONIC MOTION

### ABSTRACT



The purpose of this study is to determine the performance achieved with the implementation of the Scenario-Based Learning methodology in the teaching of Damped Harmonic Movement. For this research, two parallels of applied physics from the industrial engineering career of an Ecuadorian higher education institute were chosen. The selected courses were IND-S-NO-2-8 and IND-S-NO-2-10, defined as intact groups because there is no random selection procedure for participants since these are students enrolled in these parallel courses. The IND-S-NO-2-10 parallel was called a control group and the Traditional Class Methodology was applied, while the Scenario-Based Learning Methodology was applied to the IND-S-NO-2-8 parallel. Both groups received the classes under the virtual modality. For this investigation, two hypotheses (research and null) were proposed, which were contracted using of the students' t technique for two related samples. In addition, to measure the performance achieved by the research groups, the Hake gain and the calculation of Dellwo's normalized components were applied. As a result, a "P(T≤t) two-tailed" value higher than the significance level of 0.05 was obtained and the value of the "t statistic" is within the rejection zone of the null hypothesis, showing that the Scenario-Based Learning Methodology provides higher performance than the Traditional Class. The calculation of the learning gain was also carried out using the Hake and Dellwo factors, showing that both research groups are at the average gain level.

**Keywords:** Learning Based on Practical Scenarios, Damped Harmonic Motion, students' t.

## IMPLEMENTAÇÃO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM CENÁRIOS PARA O ENSINO DE MOVIMENTO DE HARMÔNICOS AMORTECIDO

### RESUMO

O objetivo deste estudo é determinar o desempenho alcançado com a implementação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Cenários no ensino do Movimento Harmônico Amortecido. Para esta pesquisa, foram escolhidos dois paralelos de física aplicada da carreira de engenharia industrial de uma instituição de ensino superior equatoriana. Os cursos selecionados foram IND-S-NO-2-8 e IND-S-NO-2-10, definidos como grupos intactos, pois não há procedimento de seleção aleatória de participantes, uma vez que são alunos matriculados nesses cursos paralelos. O paralelo IND-S-NO-2-10 foi chamado de grupo controle e foi aplicada a Metodologia de Aula Tradicional, enquanto a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Cenários foi aplicada ao paralelo IND-S-NO-2-8. Ambos os grupos receberam as aulas na modalidade virtual. Para esta investigação, foram propostas duas hipóteses (pesquisa e nula), as quais foram contratadas por meio da técnica t de student para duas amostras relacionadas. Além disso, para medir o desempenho alcançado pelos grupos de pesquisa, foram aplicados o ganho de Pescada e o cálculo dos componentes normalizados de Dellwo. Como resultado, obteve-se um valor de "P(T≤t)" bicaudal superior ao nível de significância de 0,05 e o valor da "estatística t" está dentro da zona de rejeição da hipótese nula, mostrando que o Cenário A Metodologia de Aprendizagem Baseada oferece maior desempenho do que a Aula Tradicional. O cálculo do ganho de aprendizagem também foi realizado utilizando os fatores Hake e Dellwo, mostrando que ambos os grupos de pesquisa estão no nível médio de ganho.

**Palavras chave:** Aprendizagem Baseada em Cenários Práticos, Movimento harmônico amortecido, t de alunos.

Citación sugerida: Baidal, E., Manrique, R., Idrovo, R. (2023). IMPLEMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN ESCENARIOS PARA LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO ARMÓNICO AMORTIGUADO. Revista Bases de la Ciencia, 8(1), 1-20. DOI: <https://doi.org/10.33936/revbasdelaciencia.v8i1.4685>





## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la educación ha sufrido cambios forzados debido a la afectación ocasionada por la presencia del SARS-CoV-2. Según datos del portal de UNICEF (2020), se realizó una encuesta sobre la situación actual de los niños, niñas y adolescentes que participan en el proceso educativo, como resultado se obtuvo que después de la pandemia, 7 de cada 10 estudiantes del séptimo año de educación básica obtuvieron un nivel insatisfactorio en lenguaje y matemáticas. Adicional, 6 de cada 10 estudiantes consideran que están aprendiendo menos con la implementación de la nueva modalidad de estudio.

En el sitio web del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2022), se estima que el 55,6% de la población del Ecuador posee servicio de internet, divididos en 63,8% en zonas urbanas y el 38% en zonas rurales. Estos datos evidencian un incremento en la comunicación por internet y que puede generar un impacto positivo para la implementación de modalidades en línea en centros educativos.

Basados en las problemáticas anteriores, los centros educativos y en especial los institutos de educación superior ecuatoriano han implementado nuevas modalidades de estudio para continuar con sus actividades académicas, acondicionando plataformas digitales para la gestión educativa, pero estas implementaciones han sido poco efectivas por la mala selección de metodologías de aprendizaje que son aplicadas en las clases. Es común evidenciar como los docentes aun utilizan modelos tradicionales de aprendizaje, los cuales son de tipo expositivos por medio de videoconferencias, y en otros casos las clases se centran en el cumplimiento de recursos de manera asíncrona.

La Universidad de Guayaquil ha decidido la implementación de nuevas carreras en modalidad en línea, para lo cual se necesita proponer metodologías de aprendizaje efectivas que sean utilizadas en esta nueva modalidad.

Para esta investigación, se ha escogió a la carrera de ingeniería industrial, cuya naturaleza es de tipo técnica, proponiendo la implementación de la metodología de aprendizaje basado en escenarios. Esta metodología permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades para mejorar el desenvolvimiento en su campo laboral, debido a que los involucra dentro de un escenario práctico y los prepara para resolver un problema real en base a la toma de decisiones que realiza (Lave & Wenger, 1991). Para demostrar la efectividad de esta metodología propuesta se utilizará una temática de la asignatura de física aplicada que conforma el área de conocimiento de ciencias aplicadas.

Dentro del programa de física aplicada, el estudio del movimiento armónico es de gran importancia para los futuros ingenieros industriales, debido a que introduce a los estudiantes a diversos sistemas industriales reales basados en este principio físico. Existen diversas dificultades que presentan los estudiantes con respecto al estudio del movimiento armónico, entre los más comunes podemos citar las problemáticas relacionadas con: a) diferenciar entre un movimiento armónico simple y un amortiguado, b) definir la ecuación del movimiento simple o amortiguado, c) el cálculo de variables especiales del movimiento amortiguado, tales como: las constantes de amortiguamiento, de elasticidad, energía mecánica, entre otros (Pardo Beainy et al., 2021).

Esta investigación tiene como objetivo demostrar la efectividad que tiene la metodología del aprendizaje basado en escenarios frente a la clase tradicional, aplicada a estudiantes de una universidad pública ecuatoriana que están cursando la asignatura de física aplicada, utilizando como temática central el movimiento armónico amortiguado, bajo la modalidad virtual en ambos grupos de investigación. Este promueve habilidades de trabajo colaborativo (Ahumada De La Rosa, 2013), por tanto, se organizaron grupos de trabajo para recrear un ambiente real de trabajo para el aprendizaje de la temática seleccionada.

## **APRENDIZAJE BASADO EN ESCENARIOS**

El aprendizaje basado en escenarios es una estrategia de enseñanza utilizada en educación E-learning, implementando una simulación para resolver un problema y poder desarrollar de manera práctica una habilidad. Además, desarrolla el pensamiento crítico, la toma de decisiones y solución de problemas, por medio del desarrollo de soluciones que van construyendo el escenario (Díaz Barriga, 2020).

Según informe del sitio web de la dirección general académica (2020), esta metodología tiene las siguientes características: a) el estudiante forma su aprendizaje haciendo y experimentando, b) permite que se realicen experimentaciones basadas en un contexto real, c) el estudiante aprende del error con guía del docente y d) el estudiante saca sus propias conclusiones de las decisiones que toma para solucionar el problema (pág. 7).

Por medio de esta estrategia es posible ubicar al estudiante en situaciones similares al contexto laboral, permitiéndole cometer errores y fallas en un ambiente seguro que luego pueden ser analizados sin consecuencias reales (Hernández, 2019).

A pesar de que esta metodología maneja escenarios reales, es necesario que los estudiantes describan soluciones que permitan medir y elegir alternativas de desarrollo. Además, es necesario que los escenarios de aprendizaje se presenten como divertidos y agradables (Prieto Preboste & Chamorro Laborda, 2021).

El Instituto Nacional de Administración Pública (2022) indica que esta metodología sigue los siguientes objetivos: a) orientar a los estudiantes hacia un aprendizaje práctico, b) Introducir al



estudiante en vivencias educativas que generen un aprendizaje experimental, c) ofrecer una enseñanza atractiva con el desarrollo de una misión educativa (pág. 4).

En esta metodología el rol del estudiante consiste en ser el protagonista dentro del escenario, debe seguir las actividades planificadas, introducirse en el ambiente práctico, entregar la solución al problema y seguir las instrucciones del docente. Por su parte el docente tiene el rol de facilitador, interviene como experto, nunca debe resolver el problema, es el encargado de corregir los procesos de investigación y dar las instrucciones a los estudiantes. También el docente puede complementar el aprendizaje con conceptos teóricos o en base a las conclusiones de los estudiantes (Instituto Nacional de Administración Pública, 2022).

Este procedimiento ha sido aplicado en diferentes áreas de conocimiento, debido a que su estructura permite a los docentes crear escenarios similares a los laborales, para que los estudiantes promuevan su propio aprendizaje. Esta metodología no es aplicada solo en entornos virtuales o simulados, sino también en ambientes reales, que no se centran específicamente en laboratorios sino también en los propios escenarios de trabajo.

Los autores Prieto Preboste & Chamorro Laborda (2021) realizaron el trabajo “El aprendizaje basado en escenarios como estrategia de desarrollo de competencias para afrontar el proceso de selección de personal”. En este trabajo se presentó el diseño e implementación de un juego online de simulación, aplicado a 54 estudiantes universitarios que afrontaron un proceso simulado de selección de personal. Los resultados de la aplicación ayudaron a la mejora del aprendizaje y al desarrollo de nuevas habilidades educativas.

La Revista de la Fundación de Educación Médica presentó el trabajo “Escenarios de aprendizaje basado en simulación: experiencia multidisciplinaria de la Universidad del Valle de México”. En esta publicación los autores mostraron la aplicación de escenarios basados en simulación en 12 centros de simulación de la Universidad del Valle de México. Adicional, se crearon manuales de práctica que describían conceptos académicos, objetivos de aprendizajes y métodos de evaluación que se utilizaban en estos centros (Aguilar Ortega et al. 2021).

En la Revista Espacios se publicó el trabajo “Ambientes y diseño de escenarios en el aprendizaje basados en simulación”. En él se presentó la aplicación del software Gaumard aplicado en estudiantes de la carrera de medicina de un instituto de educación superior. Acompañado de este software los autores mostraron el diseño de una guía de caso clínico donde se detallaban las novedades presentadas durante la aplicación de la simulación (González Peñafiel et al. 2018).

La Revista Internacional de Investigación y Formación Educativa publicó el trabajo “Escenarios de simulación como estrategia de aprendizaje: la experiencia Save Stan”. En este trabajo los autores presentaron la experiencia de la Universidad de Alberta en Canadá, sobre la aplicación de la simulación como estrategia de aprendizaje que introdujo a los estudiantes a escenarios muy idéntico a los escenarios reales con un enfoque transdisciplinario. La simulación Save Stan permitió a los estudiantes involucrados en el área de la salud desarrollar habilidades teóricas e interpersonales (Salas Medina et al. 2017).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### **PARTICIPANTES**

Para esta investigación se utilizó a estudiantes de la asignatura de física aplicada de la carrera de ingeniería industrial, los cuales son considerados como grupos intactos, debido a que no se realizó ninguna selección aleatoria de los participantes, pues estos son estudiantes matriculados en sus respectivos paralelos. Al paralelo IND-S-NO-2-8 se lo definió como grupo experimental y se dictó la clase basada en la metodología del Aprendizaje Basados en Escenarios. Al paralelo IND-S-NO-2-10 se le dictó la clase basada en el modelo tradicional de enseñanza (clase expositiva). Ambos grupos bajo la modalidad virtual.

### **INSTRUMENTOS**

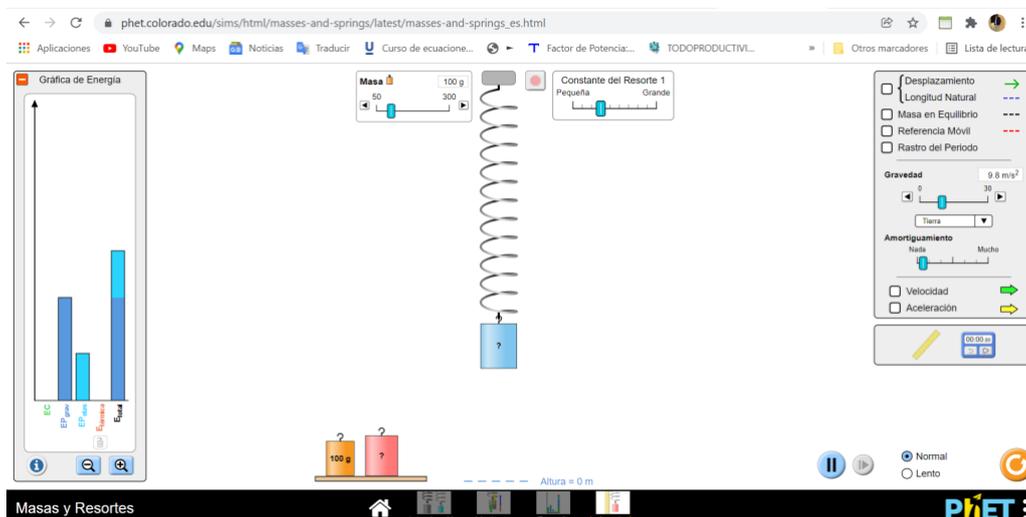
Para esta investigación se elaboró una prueba sobre la temática del Movimiento Armónico Amortiguado. Esta prueba consta de 10 preguntas con 4 respuestas posibles, compuesta de temas teóricos y de solución de problemas. Este instrumento fue utilizado al inicio de la clase como prueba de entrada (pre-test) y al final de la clase como prueba de salida (post-test) (Anexo 1).

### **PROCEDIMIENTO**

A continuación, se describen las actividades desarrolladas por el grupo experimental:

- Se empezó la clase con el desarrollo de la prueba de entrada.
- Se organizaron grupos de trabajo y se solicitó a los integrantes que se distribuyan los roles.
- Se presentó a los grupos de trabajo un problema real sobre el Movimiento Armónico Amortiguado. Este problema planteaba el cálculo de las variables: velocidad angular inicial ( $\omega_0$ ), velocidad angular amortiguada ( $\omega'$ ), amplitud final (A), constante de elasticidad (k), constante de amortiguamiento (b), energía mecánica ( $E_M$ ). Adicional, con los resultados proporcionados pidió definir qué tipo de movimiento armónico amortiguado era el sistema.
- Se solicitó a los estudiantes que buscarán información sobre el Movimiento Armónico Amortiguado.
- Los grupos presentaron la información investigada al profesor y recibieron la retroalimentación respectiva.

- Se pidió a los estudiantes que representarán el problema en un simulador virtual de un sistema masa resorte mostrado en la Figura 1, ingresando a un enlace proporcionado (University of Colorado, 2022).



**Figura 1.** Simulador de un sistema masa-resorte.

**Fuente:** University of Colorado.

- Una vez que los estudiantes calcularon las variables del problema, procedieron a realizar el reporte de la práctica desarrollada en el simulador. Este reporte contenía: carátula, título, objetivo, teoría, materiales utilizados, procedimiento, cálculos y procedimientos matemáticos, tabla de datos, gráficos, resultados y conclusiones.
- Por medio de exposiciones los estudiantes realizaron la presentación del problema y recrearon el movimiento en el simulador.
- Los estudiantes recibieron la retroalimentación por parte del profesor.
- Se procedió a tomar la prueba de salida.

## VARIABLES E HIPÓTESIS

Para esta investigación se consideraron las siguientes variables:

**Variable Independiente:** La metodología de enseñanza, que para el grupo de control será la clase tradicional y para el grupo experimental será la metodología del aprendizaje basado en escenarios.

**Variable Dependiente:** El aprendizaje alcanzado que será medido por medio del rendimiento académico.

Para esta investigación se definieron dos hipótesis, una hipótesis de investigación (H1) y una hipótesis nula (H0).

**H1:** El aprendizaje basado en escenarios proporciona mayor rendimiento académico que los estudiantes que utilizan el modelo tradicional de enseñanza.

**H0:** El aprendizaje basado en escenario proporciona igual o menor rendimiento académico que los estudiantes que utilizan el modelo tradicional de enseñanza.

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue desarrollada utilizando dos grupos de investigación que no fueron alterados aleatoriamente. Este trabajo es un modelo cuantitativo y de tipo cuasiexperimental, con la finalidad de mostrar el efecto de la aplicación del Aprendizaje Basado en Escenarios, esta se describe con la siguiente ecuación 1 (Bhattacharjee, 2012):

$$\frac{GE}{GC} = \frac{O_1 X O_2}{O_3 O_4} \quad (1)$$

O<sub>1</sub>: corresponde a la medición obtenida con la prueba de entrada en el grupo experimental.

O<sub>2</sub>: corresponde a la medición obtenida con la prueba de salida en el grupo experimental.

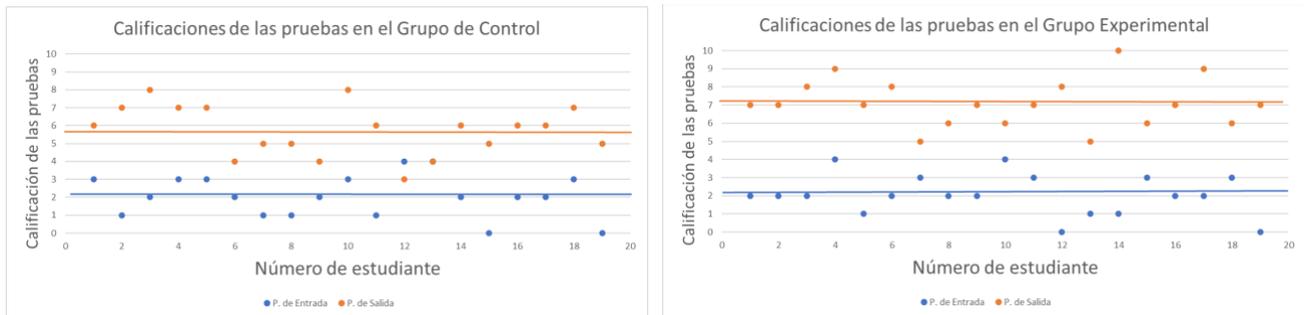
X: corresponde al tratamiento aplicado, que en el grupo experimental es el Aprendizaje Basado en Escenarios.

O<sub>3</sub>: corresponde a la medición obtenida con la prueba de entrada en el grupo de control.

O<sub>4</sub>: corresponde a la medición obtenida con la prueba de salida en el grupo de control.

## ANÁLISIS DE DATOS

La finalidad del análisis de datos en esta investigación fue demostrar la validez de las hipótesis planteadas. El primer análisis corresponde a la elaboración de gráficos de dispersión de los resultados de las pruebas de entrada y de salida representados en la Figura 2, marcando en estos gráficos el promedio de las calificaciones. Otro análisis corresponde a verificar si los datos siguen una distribución normal, para esto se realizaron gráficas P-Plot y se complementó con un análisis estadístico descriptivo para conocer los valores de tendencia central mostrados en el Anexo 2. También se realizó la aplicación de la prueba t Student para calcular los valores del estadístico t y p-value para demostrar la aceptación de la H1 o H0 cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.



**Figura 2.** Gráfica de dispersión de las calificaciones de entrada y salida de los grupos de investigación.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

**Tabla 1.** Prueba t Student para los grupos de investigación.

	ENTRADA		SALIDA	
	CONTROL	EXPERIMENTAL	CONTROL	EXPERIMENTAL
<b>Media</b>	2	2,06	2,06	7,11
<b>Varianza</b>	1,412	1,35	1,35	1,87
<b>Observaciones</b>	18	18	18	18
<b>Coefficiente de correlación de Pearson</b>		-0,085		-0,189
<b>Grados de libertad</b>		17		17
<b>Estadístico t</b>		-0,136		-10,974
<b>P(T&lt;=t) una cola</b>		0,447		1,95x10 <sup>-9</sup>
<b>Valor crítico de t (una cola)</b>		1,740		1,740
<b>P(T&lt;=t) dos colas</b>		0,893		3,90x10 <sup>-9</sup>
<b>Valor crítico de t (dos colas)</b>		2,110		2,110

**Fuente:** Elaborado por el autor.

Finalmente, para cuantificar la ganancia del aprendizaje, se realizó el cálculo de ganancia de Hake (H) y el cálculo de los componentes normalizados de Dellwo (g), cuyo procedimiento de cálculo se muestra en el Anexo 3 para seguimiento de los lectores. El factor de Hake proporciona un valor para conocer la ganancia del aprendizaje, pero Dellwo (2010) determinó la eficiencia de una metodología con respecto a la ganancia tomando como referencia al conocimiento inicial y no a una calificación específica de los estudiantes. Por lo tanto, el factor de Dellwo propone una alternativa de cálculo de ganancia de aprendizaje por medio de los componentes de cambio normalizado, que mide la probabilidad que un error cometido en la prueba de entrada se corrigiera en la prueba de salida por la instrucción utilizada. También, proporciona un valor de la pérdida normalizada que mide la

probabilidad que una respuesta correcta en la prueba de entrada se vuelva incorrecta en la prueba de salida luego de la metodología aplicada. Todos los análisis realizaron en el programa Microsoft Excel.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

Las calificaciones obtenidas en las pruebas y se han representado en gráficas de dispersión para el grupo de control y experimental mostrados en la Figura 2. Junto a los puntos de dispersión se muestran los promedios de calificaciones representadas por líneas continuas. La línea continua azul indica los promedios de calificación de las pruebas de entrada y la línea continua naranja representa los promedios de calificación de las pruebas de salida.

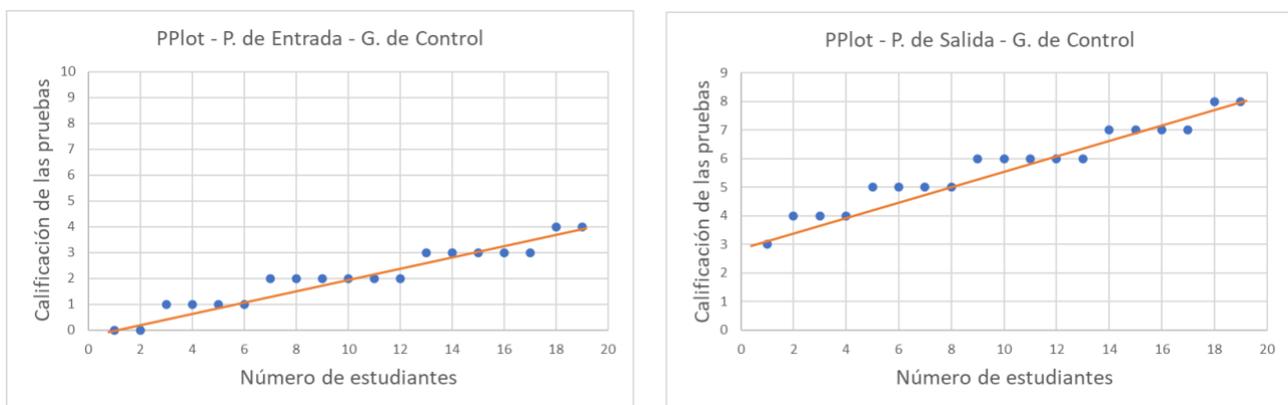
Se puede verificar que el promedio de las calificaciones de las pruebas de entrada en el grupo de control y experimental son similares, con valores de 2,05. La diferencia se marca en la línea que indica el promedio de calificaciones de las pruebas de salida, con un valor de 5,75 en el grupo de control y un valor de 7,11 en el grupo experimental, mostrando un valor superior en el promedio de calificaciones del grupo experimental.

Con respecto al grupo de control, la Figura 2 muestra que en la prueba de entrada se presenta como calificación más alta un valor de 4, también se muestran dos valores con calificaciones más bajas que son de 0. En el caso de la prueba de salida se puede observar que el valor de calificación más alto es de 8 y el valor de calificación más bajo es de 3. En la prueba de entrada se puede observar que la mayoría de las calificaciones se encuentran por debajo del promedio de calificaciones (línea azul en 2,05), pero en la prueba de salida ya existe una ligera superioridad de valores por encima del promedio (línea naranja en 5,75).

Con respecto al grupo experimental, la Figura 2 muestra que en la prueba de entrada se presentan dos valores con calificaciones más altas de 4, también se muestran dos valores con calificaciones más bajas que son de 0. En el caso de la prueba de salida se puede observar que el valor de calificación más alto es de 10 y dos valores de calificaciones más bajas con 3. En la prueba de entrada y de salida se puede observar que la mayoría de las calificaciones se encuentran por debajo del promedio de calificaciones (línea azul en 2,05 y línea naranja en 7,11).

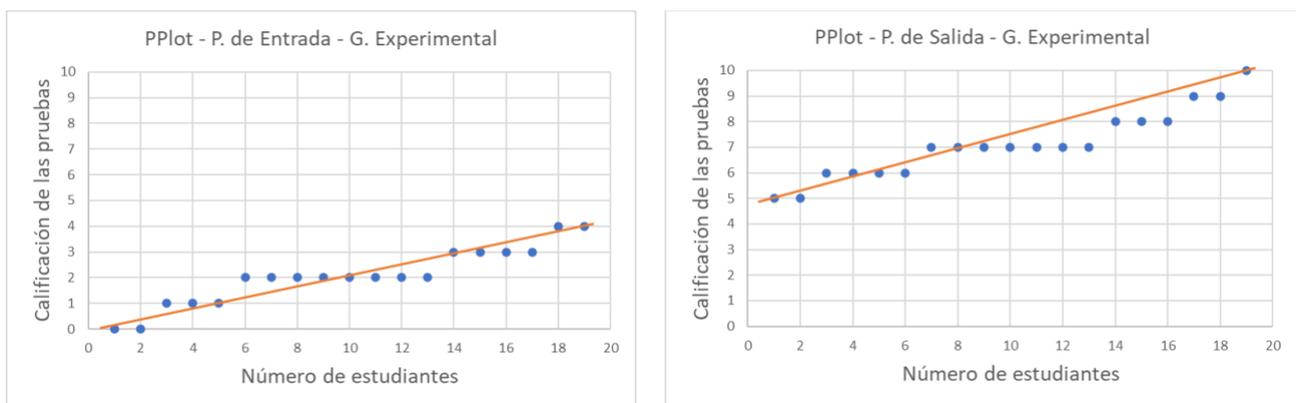
Una de las condiciones para la aplicación de la prueba t Student es los datos sigan una distribución normal. Según lo descrito en el análisis de datos, se utilizó la prueba P-plot que es un gráfico probabilístico que permite verificar de manera empírica si los datos de las calificaciones tienen una distribución normal.

En las figuras 3 y 4 se pueden observar que los valores se acercan a la línea de referencia normal (línea naranja) determinando una distribución normal de los datos. También se realizó un análisis estadístico para conocer los valores de tendencia central y confirmar la distribución de los datos. En el Anexo 2 se pueden observar los valores de tendencia central como: la media, mediana y moda que permite verificar si existe una aproximación entre ellos que demuestren analíticamente la distribución normal.



**Figura 3.** Pruebas P-Plot en las pruebas de entrada y salida del grupo de control.

**Fuente:** Elaborado por el autor.



**Figura 4.** Pruebas P-Plot en las pruebas de entrada y salida del grupo experimental.

**Fuente:** Elaborado por el autor.

Con respecto a la prueba de entrada, los resultados del Anexo 2 muestran que en el grupo de control y experimental, los valores de la mediana y moda son iguales a 2 y existe una diferencia poco significativa con respecto a la media que tiene un valor de 2,05. Con este resultado se pudo evidenciar

que los grupos de investigación partieron con iguales conocimientos sobre el Movimiento Armónico Amortiguado.

Con respecto a la prueba de salida, los resultados del Anexo 2 muestran que en grupo de control los valores de la mediana y moda son iguales a 6 y existe una ligera diferencia con respecto a la media que tiene un valor de 5,74. En el grupo experimental, los valores de la mediana y moda son iguales a 7 y existe una diferencia poco significativa con respecto a la media que tiene un valor de 7,11. Con este resultado se pudo evidenciar que el grupo experimental obtuvo mayor promedio de rendimiento académico que el grupo de control en el aprendizaje del Movimiento Armónico Amortiguado.

En la tabla 1 se muestran los datos obtenidos en la prueba t Student realizado para dos muestras emparejadas:

Según los datos obtenidos en la tabla 1, de manera específica en los datos de entrada, no existe una diferencia significativa con respecto al grupos de control y experimental. La explicación con respecto a estos datos es que ambos grupos parten con conocimientos deficientes sobre el movimiento armónico amortiguado antes de la aplicación de las metodologías de aprendizaje, lo cual indica una homogeneidad en los grupos. En la tabla 1 la variable “ $P(T \leq t)$  dos colas” proporciona un valor de 0,893, el cual es un valor superior al nivel de significancia de 0,05, indicando que inicialmente se aceptaría la hipótesis nula. Otro valor que se debe analizar es el “estadístico t” de -0,136 que indica que se encuentra dentro de la zona de aceptación de la hipótesis nula. Tomando como referencia los resultados mostrados podemos indicar que no existe ventajas respecto a los conocimientos previos entre el grupo de control y experimental.

Para cuantificar el rendimiento académico, se aplicó la técnica del factor de Hake y el factor de Dellwo, cuyo procedimiento de cálculo se describe en el Anexo 3. De estas pruebas se obtuvieron los siguientes resultados:

Según los resultados obtenidos en la prueba del factor de Hake, en el grupo de control se obtuvo un valor de 0,4625 y en el grupo experimental un valor de 0,6375, que se ubican en el rango de nivel de ganancia media entre  $0,3 < h \leq 0,7$ .

Los resultados de los componentes normalizados de Dellwo, en el grupo de control se obtuvo un valor de 0,3842 y en el grupo experimental un valor de 0,5092, que se ubican en el rango de nivel de ganancia media entre  $0,3 < h \leq 0,7$ .

Con estos datos se pudo evidenciar que el grupo experimental obtuvo mayor ganancia de aprendizaje.

### 3.2. Discusión



Para conocer la efectividad de la metodología aplicada, es necesario analizar los datos obtenidos en la prueba t Student con los datos de salida, de esta manera podemos conocer si se acepta la hipótesis nula o de investigación.

En los antecedentes de esta investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

$\mu_1$ : Media del grupo experimental

$\mu_2$ : Media del grupo de control

Por lo tanto:  $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$   $H_1: \mu_1 > \mu_2$

Para conocer el efecto de las metodologías aplicada, se analizaron los datos de salida de la tabla 1. La variable “P(T≤t) dos colas” muestra un valor de  $3,9 \times 10^{-9}$ , lo cual es un valor significativamente inferior al fijado como nivel de significancia de 0,05, esto significa el rechazo de la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa. Otra variable para analizar es el valor del “estadístico t” que es de -10,974, que se encuentra fuera del intervalo de confianza -2,110 y 2,110 de la zona de rechazo de la hipótesis nula. Basados en este resultado podemos concluir que se acepta la hipótesis de investigación indicado que la Metodología del Aprendizaje Basado en Escenarios produce mayor rendimiento académico que la Clase Tradicional.

Con los valores obtenidos en el Anexo 3, según el modelo de Dellwo se pudo conocer la efectividad de los cursos (grupos de investigación intervenidos), para esto se realizó una comparación de los valores del cambio normalizado:

Según el cálculo de la efectividad de los cursos se cumple la relación  $G_A > G_B$  y  $\gamma_A L_A \leq \gamma_B L_B = 0,5105 > 0,3895$  y  $0,00132 \leq 0,00257$ . Por lo tanto, se puede concluir que el grupo experimental es más efectivo que el grupo de control.

#### 4. CONCLUSIONES

El Aprendizaje Basado en Escenarios Prácticos es una metodología óptima para la formación de futuros profesionales, debido a que se introduce a los estudiantes en un escenario simulado al ambiente laboral y le permite desarrollar habilidades que mejoren su perfil profesional, adquiriendo experticia en la toma de decisiones en la vida laboral. Además, esta metodología permitió a los estudiantes trabajar en base a errores que pueden cometerse en la profesión y aprender de aquellos. En este trabajo de investigación se pudo evidenciar como el conocimiento fue evolucionando a medida que se realizaba la implementación de la metodología del Aprendizaje Basado en Escenarios

Prácticos, disminuyendo las dificultades que generalmente presentan los estudiantes en la representación de la ecuación del movimiento amortiguado. La clase tradicional en ciertos escenarios suele enfocarse en el desarrollar habilidades de solución de problemas, la metodología estudiada suele desarrollar habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación, el trabajo colaborativo; que en algunos casos no se desarrolla con la clase tradicional.

#### 4. DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS DE LOS AUTORES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

#### 5. REFERENCIAS

- Aguilar Ortega, C., Tovar Luna, B., & Hernández Cruz, B. (2021). Escenarios de Aprendizaje Basado en Simulación: experiencia multidisciplinaria de la Universidad del Valle de México. *Revista de la Fundación Educación Médica*. <https://dx.doi.org/10.33588/fem.214.956>.
- Ahumada De La Rosa, V. D. (2013). *Repositorio de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Obtenido de [https://scholar.google.com.ec/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=1VYTH54AAAAJ&citation\\_for\\_view=1VYTH54AAAAJ:7PzIFSSx8tAC](https://scholar.google.com.ec/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=1VYTH54AAAAJ&citation_for_view=1VYTH54AAAAJ:7PzIFSSx8tAC)
- Bhattacharjee, A. (2012). Experimental Research. En A. Bhattacharjee, *Social Science Research: Principles, Methods, and Practices* (pág. 85). Florida: University of South Florida. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2019/07/Social-science-research.pdf>
- Dellwo, D. (January de 2010). Course assessment using multi-stage pre/post testing and the components of normalized change. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(1), 55-67. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ882126.pdf>
- Díaz Barriga, F. (14 de julio de 2020). *Agora Abierta*. Obtenido de <https://www.agorabierta.com/2020/07/aprendizaje-basado-en-escenarios/>
- Dirección General Académica;. (2020). *Aprendizaje Basado en Escenarios Prácticos*. Antioquia: Universidad EIA. <https://www.eia.edu.co/wp-content/uploads/2020/09/7.-PEP-Aprendizaje-ABEP-2020.pdf>
- González Peñafiel, A., Bravo Zúñiga, B., Ortiz González, M. D., & Valle Flores, J. A. (2018). Ambientes y diseño de escenarios en el aprendizaje basados en simulación. *Revista Espacios*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1990-86442018000100029&lng=pt&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442018000100029&lng=pt&nrm=iso)
- Hernández, V. (18 de enero de 2019). *e-learnig Masters*. Obtenido de <http://elearningmasters.galileo.edu/2019/01/18/escenarios-para-la-educacion-virtual/#:~:text=El%20aprendizaje%20basado%20en%20escenarios%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20de%20ense%C3%B1anza,una%20situaci%C3%B3n%20que%20debe%20resolver.>
- Instituto Nacional de Administración Pública. Ministerios de Haciendas y Administraciones Pública. (2022). *Métodos de Aprendizaje*. España: Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. <https://www.inap.es/documents/10136/1709393/Metodologias-aprendizaje.pdf/483443fa-4df3-3464-02ca-79f9942d0e83>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2022). *INEC*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/tecnologias-de-la-informacion-y-comunicacion-tic/>



- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- Pardo Beainy, C. E., Gutierrez Caceres, E. A., Sosa Quintero, L. F., Barrera Molina, T. C., & Camargo Amezcuita, O. F. (2021). Instrumento para el aprendizaje del movimiento armónico simple. *South Florida Journal of development*. <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n1-061>
- Prieto Preboste, S., & Chamorro Laborda, J. (2021). El aprendizaje basado en escenarios como estrategia de desarrollo de competencias para afrontar el proceso de selección de personal. *Estudios de Investigación*, 56. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.650>
- Salas Medina, D., Martínez Martínez, K. I., King, S., Méndez Puga, A. M., & Sahagún Padilla, M. Á. (2017). Escenarios de simulación como estrategia de aprendizaje: la experiencia Save Stan. *Revista Internacional de Investigación y Formación Educativa*. <https://www.ensj.edu.mx/wp-content/uploads/2017/09/Escenarios-de-simulaci%C3%B3n-como-estrategia....pdf> UNICEF. (Noviembre de 2020). UNICEF. Obtenido de <https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/priorizar-la-educaci%C3%B3n-para-todos-los-ni%C3%B1os-y-ni%C3%B1as-es-el-camino-la-recuperaci%C3%B3n#:~:text=En%20Ecuador%2C%20la%20situaci%C3%B3n%20de,4.4%20millones%20de%20estudiantes2.&text=Seg%C3%BAn%2>
- University of Colorado. (s.f.). *PhET interactive simulation*. Obtenido de [https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_es.html).

## ANEXO 1

### Test sobre Movimiento Armónico Amortiguado

#### 1. El Movimiento Armónico Amortiguado tiene como característica principal:

- Solo se desarrolla en resortes.
- Solo se presenta en forma horizontal.
- No existen fuerzas de retardo.
- La disminución de la amplitud por fuerzas retardadoras.

#### 2. ¿Cuál de las siguientes variables pertenecen únicamente al Movimiento Armónico Amortiguado?

- Constante de amortiguamiento (b)
- Periodo (T)
- Velocidad angular ( $\omega$ )
- Amplitud (A)

#### 3. ¿Qué características presenta la Amplitud (A) en un Movimiento Armónico Amortiguado?

- Se mantiene constante.
- Crece a medida que transcurre el tiempo.
- Disminuye a medida que transcurre el tiempo.
- Se hace cero en el momento que empieza a oscilar.

4. Para que un sistema sea Sobre Amortiguado, el argumento de la ecuación de la  $\omega'$  debe ser:

$$\omega_0^2 - \left(\frac{b}{2m}\right)^2$$

- Positivo.
- Mayor que la velocidad angular.
- Cero
- Negativo

5. De la siguiente figura: La curva b representa un:

- Movimiento Sub amortiguado
- Movimiento Críticamente amortiguado.
- Movimiento Sobre amortiguado
- Movimiento Armónico Simple

6. De las siguientes ecuaciones, la ecuación de la posición de un movimiento armónico amortiguado es:

- $A(t) = A_0 e^{-\frac{b}{2m}t}$
- $x(t) = A e^{-\frac{b}{2m}t} \cos(\omega t + \varphi_0)$
- $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0)$
- $E_M = \frac{1}{2} k A_0^2 e^{-\frac{bt}{m}}$

7. Resolver el siguiente ejercicio y seleccione la respuesta correcta:

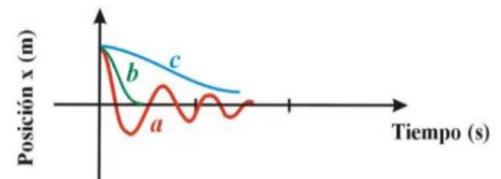
Un objeto de masa de 0,300kg cuelga del extremo de un resorte, está sometido a la acción de fuerzas amortiguadoras con una constante de amortiguamiento de 0,900 kg/s y con una constante de elasticidad de 2,50 N/m. El sistema es un Movimiento Armónico Amortiguado del tipo:

- Movimiento sub amortiguado.
- Movimiento críticamente amortiguado.
- Movimiento sobre amortiguado.
- Movimiento armónico simple.

8. Resuelva el siguiente ejercicio y seleccione la respuesta correcta:

Una esfera con una masa de 10,6 kg se suspende del extremo de un resorte, con una frecuencia de oscilación amortiguada de 7 Hz. El sistema se ve afectado por una fuerza amortiguadora presente por la resistencia del aire con una constante de amortiguamiento de 3Kg/s. ¿En qué porcentaje se disminuye la amplitud después de cada oscilación?

- 98% después de cada oscilación.
- 2% después de cada oscilación.
- Las oscilaciones se mantienen constante.
- El objeto no oscila.



9. Resolver el siguiente ejercicio y seleccione la respuesta correcta:

Un cuerpo con masa de 50g oscila en el extremo de un resorte, al inicio de la oscilación su desplazamiento inicial es de 0,30m, luego por efecto de una fuerza amortiguadora este desplazamiento disminuye a 0,10 m en un tiempo de 5s. El valor de la constante de amortiguamiento será:

- No existe constante de amortiguamiento.



- b. 0,022 kg/s aproximadamente.
- c. 1,466 kg/s aproximadamente
- d. Ninguna de las respuestas anteriores.

**10. Resolver el siguiente ejercicio y seleccione la respuesta correcta:**

El siguiente sistema armónico tiene en un extremo un objeto de 0,375kg. El resorte presenta una constante de elasticidad de 100 N/m. El medio de amortiguamiento tiene una constante de 0,100 kg/s. ¿Cuánto tiempo transcurre para que la energía mecánica se reduzca a la mitad de su valor inicial?

- a. 0,385s aproximadamente.
- b. 2,6s aproximadamente
- c. 1,875s aproximadamente
- d. Ninguna de las respuestas.

## ANEXO 2

Con la finalidad de conocer si los datos siguen una distribución normal, se realizó un análisis estadístico descriptivo, expuesto en la siguiente tabla:

Análisis estadístico descriptivo de los grupos de investigación.

VARIABLE	G. CONTROL		G. EXPERIMENTAL	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
Media	2,05	5,74	2,05	7,11
Error Típico	0,27	0,32	0,26	0,30
Mediana	2	6	2	7
Moda	2	6	2	7
Desviación estándar	1,177	1,408	1,129	1,329
Varianza	1,386	1,982	1,275	1,766
Curtosis	-0,616	-0,665	-0,175	-0,011
Coficiente de asimetría	-0,112	-0,144	-0,113	0,422
Rango	4	5	4	5
Suma	39	109	39	135
Nivel de confianza (95%)	0,5674	0,6786	0,544	0,641

## ANEXO 3

Cálculo del factor de Hake y de los componentes normalizados de Dellwo

Para calcular el factor de Hake en el grupo de control, se obtuvieron los valores  $\theta_{pre}$  y  $\theta_{post}$ :

$$\theta_{pre} = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron} \\ \text{correctamente en la prueba de entrada} \end{array} \right\}}{N * M} \quad \theta_{pre} = \frac{39}{19 * 10} = 0,20$$

$$\theta_{post} = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron} \\ \text{correctamente en la prueba de salida} \end{array} \right\}}{N * M} \quad \theta_{post} = \frac{109}{19 * 10} = 0,57$$

$$\langle h \rangle = \frac{\theta_{post} - \theta_{pre}}{1 - \theta_{pre}} \quad \langle h \rangle = \frac{0,57 - 0,2}{1 - 0,2} = \mathbf{0,4625}$$

Para calcular factor de Hake en el grupo experimental se siguió el mismo procedimiento:

$$\theta_{pre} = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron} \\ \text{correctamente en la prueba de entrada} \end{array} \right\}}{N * M} \quad \theta_{pre} = \frac{39}{19 * 10} = 0,20$$

$$\theta_{post} = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron} \\ \text{correctamente en la prueba de salida} \end{array} \right\}}{N * M} \quad \theta_{post} = \frac{135}{19 * 10} = 0,71$$

$$\langle h \rangle = \frac{\theta_{post} - \theta_{pre}}{1 - \theta_{pre}} \quad \langle h \rangle = \frac{0,71 - 0,2}{1 - 0,2} = \mathbf{0,6375}$$

Para calcular los componentes normalizados del factor de Dellwo se realizó el siguiente procedimiento:

$$G = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron correctamente} \\ \text{en la prueba de salida e incorrectamente en la prueba de entrada} \end{array} \right\}}{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron incorrectamente} \\ \text{en la prueba de entrada} \end{array} \right\}} \quad G = \frac{74}{190} = 0,3895$$

$$L = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron incorrectamente} \\ \text{en la prueba de salida y correctamente en la prueba de entrada} \end{array} \right\}}{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron correctamente} \\ \text{en la prueba de entrada} \end{array} \right\}} \quad L = \frac{4}{190} = 0,0211$$

$$\gamma = \frac{\theta_{pre}}{1 - \theta_{pre}} = \frac{0,2}{1 - 0,2} = 0,25 \quad g = G - \gamma L = 0,3895 - (0,25 * 0,0211) = \mathbf{0,3842}$$

Para el grupo experimental se siguió el mismo procedimiento:

$$G = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron correctamente} \\ \text{en la prueba de salida e incorrectamente en la prueba de entrada} \end{array} \right\}}{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron incorrectamente} \\ \text{en la prueba de entrada} \end{array} \right\}} \quad G = \frac{97}{190} = 0,5105$$



$$L = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron incorrectamente} \\ \text{en la prueba de salida y correctamente en la prueba de entrada} \end{array} \right\}}{\left\{ \begin{array}{l} \text{Número de preguntas que los estudiantes contestaron correctamente} \\ \text{en la prueba de entrada} \end{array} \right\}} \quad L = \frac{1}{190} = 0,0053$$

$$\gamma = \frac{\theta_{pre}}{1 - \theta_{pre}} = \frac{0,2}{1 - 0,2} = 0,25 \quad g = G - \gamma L = 0,5105 - (0,25 * 0,0053) = \mathbf{0,5092}$$

Con los valores que se obtuvieron en el modelo de Dellwo fue posible conocer la efectividad de los cursos (grupos de investigación intervenidos), para esto se realizó una comparación de los valores del cambio normalizado:

El grupo experimental fue denominado curso A y mostró los siguientes valores de cambio normalizado:

$$G_A=0,5105 \quad \gamma_A L_A= 0,25*0,0053=0,00132$$

El grupo de control será denominado curso B y muestra los siguientes valores de cambio normalizado:

$$G_B=0,3895 \quad \gamma_B L_B= 0,25*0,0211=0,00527$$

Basados en los criterios del modelo de Dellwo fue posible identificar la siguiente efectividad de los cursos:

$$\text{A es más efectivo que B si: } \begin{cases} G_A > G_B \text{ y } \gamma_A L_A \leq \gamma_B L_B \\ 0 \\ G_A \geq G_B \text{ y } \gamma_A L_A < \gamma_B L_B \end{cases}$$

Se cumple que  $G_A > G_B$  y  $\gamma_A L_A \leq \gamma_B L_B = 0,5105 > 0,3895$  y  $0,00132 \leq 0,00527$ . Por lo tanto, se pudo concluir que bajo el modelo Dellwo el grupo experimental fue más efectivo que el grupo de control.

### Contribución de autores

---

<b>Autor</b>	<b>Contribución</b>
Eduardo Baidal	Redacción, Aplicación al grupo experimental
Rubén Manrique	Revisión, Aplicación al grupo de control
Roberto Idrovo	Revisión, tabulación

---