



Análisis del efecto de la aplicación de la Metodología de la Evaluación Formativa en la enseñanza de la Primera Ley de la Termodinámica

Eduardo Baidal Bustamante¹, César Bernabé Cevallos Reyes², Félix Agustín Bravo Faytong³.

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Campus Gustavo Galindo Km 30.5 Vía Perimetral, P.O. Box 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

²Universidad Técnica de Manabí, UTM, Departamento de Física, Campus Che Guevara y Avenida Urbina, Portoviejo, Ecuador.

³Universidad Técnica de Babahoyo, UTB, Facultad de Ciencias de la Educación, Campus Avenida Universitaria km 2.5, vía a Montalvo, Babahoyo, Ecuador.

ARTICLE INFO

Received: 20 Septiembre 2018
Accepted: 31 January 2019
Available on-line: 31 Mayo 2019

Keywords:

Evaluación Formativa,
Prueba t de Student,
Primera Ley de la Termodinámica.

E-mail addresses:

ebaidal@hotmail.com

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the effect produced by applying the methodology of formative assessment, in the teaching of the First Law of Thermodynamics in second level students of different engineering careers, that are pursuing the subject of Physical and Laboratory II. they were given test input and output, to two intact groups. Participants in this study were 60 students, including men and women, which formed two parallels of 30 students each. One of the parallels, denominate Control Group (GC) and the other experimental group (GE). The control group was issued the class of the First Law of Thermodynamics using the methodology of Experimental Traditional Class, and Group Class using the methodology of the Formative Evaluation. In this research, two hypotheses were subsequently justified, by applying the statistical technique of Student's t test, and obtaining the Factor Hake for analyze the learning gain in both groups.

El propósito de este estudio fue analizar el efecto que se produjo al aplicar la metodología de la evaluación formativa, en la enseñanza de la Primera Ley de la Termodinámica en los estudiantes de Segundo nivel de diferentes carreras de ingeniería que están cursando la asignatura de Física y Laboratorio II. Se les aplicó una prueba de entrada y de salida a dos grupos intactos. Los participantes de este estudio fueron 60 estudiantes, comprendidos entre hombres y mujeres, los cuales conformaban dos Paralelos de 30 estudiantes cada uno. A uno de los paralelos se lo denomino Grupo de Control (GC) y al otro Grupo Experimental (GE). Al Grupo de Control se le dictó la clase de la Primera Ley de la Termodinámica utilizando la metodología de la Clase Tradicional, y al Grupo Experimental se dictó la clase de la Primera Ley de la Termodinámica utilizando la metodología de la Evaluación Formativa. En esta investigación se plantearon dos hipótesis que posteriormente fueron justificadas aplicando la técnica estadística de la Prueba t de Student y también se utilizó el Factor de Hake para analizar cual fue la ganancia de aprendizaje de ambos grupos.

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de los profesores de ciencias declaran su intranquilidad por notar fallas en el aprendizaje de los estudiantes, dificultando y limitando el razonamiento al momento de resolver problemas, en el desarrollo de la unidad instruccional seleccionada e incluso en otras asignaturas de las ciencias.

En esta investigación se exponen los resultados de la aplicación de una estrategia metodológica denominada Evaluación Formativa, utilizando el estudio de La Primera Ley de la Termodinámica en estudiantes de Segundo Nivel de ingeniería en la asignatura de Física y Laboratorio II de una universidad ecuatoriana.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

II.1 La evaluación

Vásquez (2013) define a la evaluación como:

Proceso, a través del cual se observa, recoge y analiza información relevante, respecto del proceso de aprendizaje de los estudiantes, con la finalidad de reflexionar, emitir juicios de valor y tomar decisiones pertinentes y oportunas, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje ^[1].

II.2 Tipos de evaluaciones

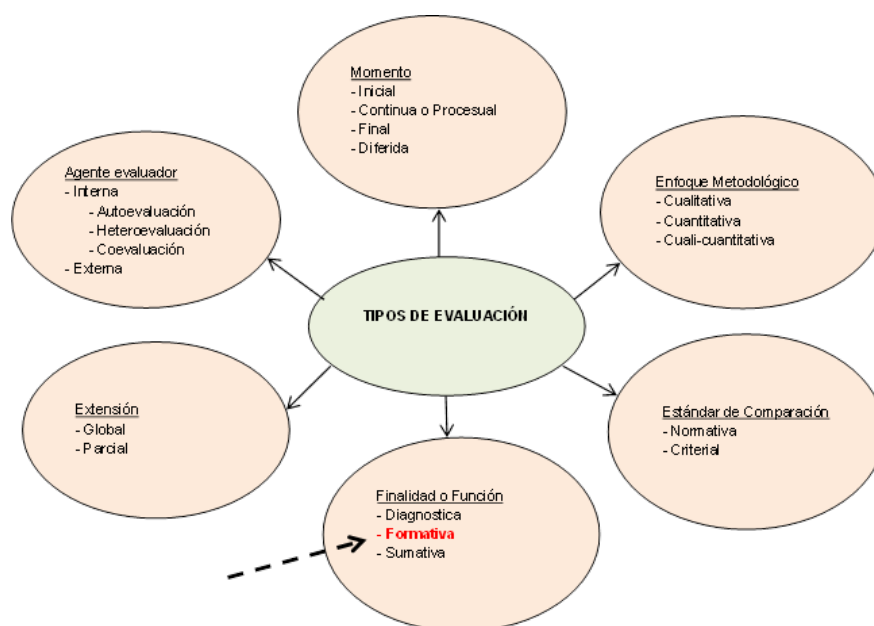


FIGURA 1. Se muestran los diferentes tipos de evaluaciones.

Esta investigación usará como estrategia metodológica, solo una de este grupo de modelos de evaluación: la Evaluación Formativa.

II.3 La Evaluación Formativa

La Evaluación Formativa se encuentra entre la evaluación diagnóstica y la sumativa, y se utiliza para controlar y optimizar el proceso de aprendizaje de las nuevas nociones de los estudiantes.

Los maestros obtienen la información de la evaluación diagnóstica, y por medio de esta, logra detectar cuáles son las debilidades. Sin embargo, realizar un tratamiento a estos problemas de la clase, no va a mejorar automáticamente las falencias y luego, poder ofrecer un producto en una evaluación sumativa.

La evaluación formativa se presenta en medio de estas dos instancias, y su función principal es obtener información acerca del estado del proceso de aprendizaje de los estudiantes, y poder tomar las decisiones que ayuden a mejorar este proceso.

El concepto más conocido sobre la evaluación formativa es el de Michael Scriven, el cual define como:

Son los procedimientos utilizados por los profesores con la finalidad de adaptar sus procesos didácticos a los progresos y necesidades de aprendizaje observados en sus alumnos. ^[2]

II.4 Rendimiento académico

Sarmiento (2006) realiza una descripción del rendimiento académico. La educación plantea que, la calidad de la educación, en cierta forma, es medida por el rendimiento del estudiante y las múltiples metodologías apuntan hacia ese objetivo.

El rendimiento académico se toma como una medida de la capacidad que manifiesta lo que una persona ha aprendido, dentro de un proceso de formación. Este rendimiento también pretende mostrar la capacidad de responder de manera satisfactoria a los objetivos y propósitos educativos preestablecidos^[3].

II.5 Prueba t de Student

Blog Estadístico (2013) explica que, la t de Student se utiliza para determinar si existe una diferencia significativa entre dos grupos, es decir que se la utiliza cuando se desea comparar dos medias. También se utiliza para poder contractar hipótesis sobre medias de poblaciones, que siguen una distribución normal o cuando son muestras suficientemente grandes que no siguen una distribución normal.

La comparación de medias que se realiza, pueden ser de poblaciones independientes y normales, asumiendo que las variables dependientes tienen una distribución normal. El nivel de probabilidad que estamos dispuesto a aceptar es de $p < 0.05$ (nivel de significación) es un valor común que se utiliza^[4]. Para la utilización de la prueba t de Student es necesario que los datos sigan una distribución normal, además esta prueba se realiza para muestras ≤ 30 .

II.6 Prueba t Student para dos muestras relacionadas

Esta prueba es una alternativa para poder comparar dos medias, esto se refiere al caso en que, las dos poblaciones que se utilizaran en la investigación no sean independientes, es decir, que las poblaciones se encuentren relacionadas. Esto se presenta en los denominados “diseños apareados” en donde los individuos son observados antes y después de una determinada acción. También se utiliza en los diseños donde las muestras son emparejadas, de acuerdo a unas variables para el control de su efecto. (Departamento de Matemáticas Aplicadas, 2016)^[5].

II.7 El factor de Hake

Este indicador estadístico nos muestra cuanto han aprendido los estudiantes, dentro de una metodología aplicada durante una clase de física. El factor de Hake utiliza los siguientes rangos: alta ganancia ($\geq 0,7$), media ganancia ($0,7 > h \geq 0,3$) y baja ganancia ($< 0,3$). La fórmula para poder calcular el Factor de Hake es la siguiente:

$$\langle g \rangle = \frac{\text{postest} - \text{pretest}}{(\text{puntaje máximo}) - \text{pretest}} \quad (1)$$

Los resultados de las pruebas de entrada (pretest) y los de las pruebas de salida (postest) se relacionan en la formulación descrita^[6].

III. METODOLOGÍA

III.1 Participantes

Los participantes fueron 60 estudiantes entre hombres y mujeres pertenecientes a una universidad ecuatoriana, registrados en el Segundo Nivel de las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Química, los cuales se hallaban registrados en la asignatura de Física y Laboratorio II, donde 30 corresponden al paralelo E y 30 al paralelo I. Los estudiantes por paralelo fueron denominados en dos grupos; el grupo uno (GE), que es el grupo experimental pertenece

al paralelo E, al cual se le aplicó la metodología de la Evaluación Formativa; el grupo dos (GC), llamado grupo de control, pertenece al paralelo I, al cual se aplicó la clase tradicional.

No se realizó ninguna actividad para la selección aleatoria de los participantes, pues son grupos naturales de los paralelos, por lo cual, los grupos se consideraron intactos. Las edades de los participantes oscilan entre los 20 y 22 años.

III.2 Instrumentos

Se elaboró una prueba objetiva sobre los temas tratados en clases, formada por 20 ítems, los cuales están compuestos por preguntas teóricas y de resolución de problemas. Cada una de estas preguntas tiene cuatro posibles respuestas, de las cuales una es la correcta; y en el caso de los ítems de resolución de problemas, tiene que agregarse la respectiva justificación de la respuesta elegida. Esta prueba fue aplicada a la entrada y salida de cada una de las metodologías aplicadas a los grupos para poder medir el rendimiento académico y evidenciar el aprendizaje logrado.

También se elaboraron unas pruebas que fueron aplicadas al grupo experimental durante el desarrollo de la clase, las cuales corresponden a las evaluaciones formativas. Estas pruebas están formadas por nueve preguntas cada una, y contienen temas conceptuales y de solución de problemas. Cada pregunta de esta prueba tiene cuatro posibles respuestas, de las cuales 1 es la correcta. En el apéndice A, B y C se muestran las pruebas descritas.

III.3 Variables

Variable independiente

La variable independiente es representada por la Metodología de enseñanza, que es empleada con dos niveles: el modelo utilizando la Metodología de la Evaluación Formativa; y el otro nivel es el modelo que no utiliza la Metodología de la Evaluación Formativa (Enseñanza Tradicional).

Variable dependiente

La variable dependiente para esta investigación es el aprendizaje de los estudiantes sobre la Primera Ley de la Termodinámica, el cual fue medido por medio del rendimiento académico.

Hipótesis

H1: Los estudiantes que utilizan la Metodología de la Evaluación Formativa obtienen mejor rendimiento académico que aquellos estudiantes que no la utilizan.

H0: Los estudiantes que utilizan la Metodología de la Evaluación Formativa obtienen igual rendimiento académico que aquellos estudiantes que no la utilizan.

III.4 Diseño de la investigación

Esta investigación se realizó bajo un modelo cuantitativo en dos grupos que no fueron alterados aleatoriamente, permitiendo que este diseño sea cuasi-experimental, para establecer los efectos de la aplicación de la Metodología de la Evaluación Formativa, en el aprendizaje de La Primera Ley de la Termodinámica.

Para este diseño se obtuvieron dos grupos, en el grupo experimental se realizaron las observaciones O_1 y O_2 ; donde en O_1 correspondiente a la medida aplicada por la prueba de entrada, y O_2 correspondiente a la medida que se registra por la prueba de salida; X representa el tratamiento aplicado, que en este caso es la Metodología de la Evaluación Formativa. De igual manera, tenemos las observaciones O_3 y O_4 , que se realizaron en el grupo de control al cual no se le proporcionó el tratamiento de la Metodología de la Evaluación Formativa, donde O_3 corresponde a la medida que proporcionó la prueba de entrada, y O_4 a la medida obtenida de la prueba de salida. Este diseño se representa en el siguiente esquema:

$$\frac{GE}{GC} = \frac{O_1 \times O_2}{O_3 \quad O_4}$$

III.5 Procedimiento

A continuación, se describen todas las actividades que se desarrollaron:

- Las actividades se iniciaron en el grupo de control, aplicando la prueba de entrada, la cual se desarrolló con el objetivo de conocer los conocimientos previos de la Primera Ley de la Termodinámica, que poseen los estudiantes de este grupo (45 minutos).
 - Luego de receptor la prueba se comenzó desarrollar la clase. El profesor comenzó su intervención dando una explicación breve sobre los conceptos previos: energía, estados termodinámicos, masa, calor, trabajo y ley de los gases (30 minutos).
 - Después de reforzar esos conocimientos, el maestro comenzó a explicar los contenidos teóricos de la Primera Ley de la Termodinámica y sus aplicaciones (45 minutos).
 - Luego, comenzó a resolver problemas propuestos sobre la Primera Ley de la Termodinámica, proponiendo una gran variedad de problemas, que se resolvieron (90 minutos).
 - El profesor comenzó a realizar una retroalimentación de los contenidos expuestos, y contestar las dudas que se los estudiantes expusieron (30 minutos).
 - Luego de culminar la clase, se procedió a aplicar la prueba de salida (45 minutos).
 - Después se realizó el registro de asistencia (15 minutos).
- Luego de trabajar con el grupo de control, se procedió a trabajar con el grupo experimental:
- Las actividades se iniciaron en el grupo experimental aplicando la prueba de entrada, la cual se desarrolló con el objetivo de conocer los conocimientos previos de la Primera Ley de la Termodinámica, que poseen los estudiantes (45 minutos).
 - Luego de receptor la prueba, se comenzó a desarrollar la clase. El profesor comenzó su intervención, dando una explicación breve sobre los conceptos previos: energía, estados termodinámicos, masa, calor, trabajo y ley de los gases (30 minutos).
 - Después de reforzar esos conocimientos, el maestro comenzó a explicar los contenidos teóricos de la Primera Ley de la Termodinámica y sus aplicaciones (45 minutos).
 - Luego, enseñó a los estudiantes cómo resolver problemas sobre la Primera Ley de la Termodinámica, proponiendo una gran variedad de problemas que se resolvieron (30 minutos).
 - Posteriormente, el profesor procedió a dividir a los estudiantes en parejas (5 minutos).
 - Se aplicó la primera evaluación formativa, para que los estudiantes los resuelvan. Se les recomendó a las parejas de estudiantes, que primero analicen la prueba, que interactúen entre ellos, y luego de haber analizado la prueba, procedan a resolverla (25 minutos).
 - Luego de esta actividad, el profesor comenzó a resolver la evaluación formativa antes realizada, y a modo de retroalimentación, comenzó a cubrir las falencias que los estudiantes iban manifestando (10 minutos).
 - En seguida, el profesor procedió a resolver otros problemas sobre la Primera Ley de la Termodinámica (15 minutos).
 - Luego, con las mismas parejas ya formadas, el profesor planteó la segunda evaluación formativa, con las mismas recomendaciones de la realizada anteriormente (25 minutos).
 - Se procedió a contestar la evaluación ya terminada, y a contestar preguntas referentes al tema (10 minutos).
 - Luego, el profesor aplicó la prueba de salida (45 minutos).
 - Después, se realizó el registro de asistencia (15 minutos).

III.6 Análisis de datos

Para el análisis de datos, se utilizó como herramienta el programa Microsoft Excel 2010, y se realizaron diagramas de tendencia (Gráficos PP Plot), para demostrar que los datos siguen una distribución normal. También se realizó un análisis estadístico descriptivo con este programa, el cual nos proporcionó datos sobre la distribución de las calificaciones.

Para demostrar las hipótesis se utilizó la “Prueba t para medias de dos muestras emparejadas”, aplicando un nivel de significancia fija del 0,05, o lo que también corresponde a un 95% de confianza, con n-1 grados de libertad.

También se utilizó la prueba “Factor de Hake” para evidenciar la ganancia del aprendizaje, entre las pruebas de entrada y salida de esta investigación.

IV. ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación, se muestran los datos que fueron obtenidos de la revisión de las pruebas de entrada y salida de los grupos de control y experimental:

TABLA I. Valores obtenidos de las pruebas aplicadas a los grupos de control y experimental.

N ^o	GRUPO DE CONTROL		GRUPO EXPERIMENTAL	
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA
1	4,5	7,0	6,0	12,0
2	4,0	10,5	3,5	11,0
3	8,0	7,0	6,0	10,0
4	5,5	7,0	4,0	13,0
5	4,0	8,0	6,0	10,0
6	3,5	7,5	5,0	13,0
7	6,5	8,5	6,0	12,0
8	5,5	7,0	5,0	10,0
9	4,5	6,0	6,0	10,0
10	5,0	7,5	5,0	10,0
11	4,5	6,0	4,0	11,0
12	8,0	7,0	5,0	9,0
13	7,0	7,0	5,0	12,5
14	7,5	5,0	4,5	10,0
15	5,5	5,5	4,0	10,0
16	3,0	7,5	6,0	10,0
17	7,0	6,5	6,0	11,0
18	5,0	13,0	5,0	10,0
19	6,0	12,5	6,0	13,0
20	4,0	6,0	6,0	10,5
21	1,5	6,5	6,0	11,0
22	6,0	7,5	6,0	8,0
23	6,5	12,0	5,0	12,0
24	3,0	8,0	4,0	12,0
25	4,0	7,0	7,0	15,0
26	7,5	10,0	7,0	11,0
27	6,0	10,5	5,0	11,0
28	3,5	10,0	8,0	11,0
29	4,5	6,5	8,0	8,0
30	11,0	5,5	6,0	11,0
	PROMEDIOS			
	5,40	7,85	5,53	10,93

Por medio de una gráfica, podemos ver como los datos de las pruebas de salida están por encima de las calificaciones de las pruebas de entrada, en ambos grupos:



FIGURA 2. Se muestra una comparación entre las pruebas de entrada y salida del grupo de control, exponiendo el efecto de la aplicación de la Metodología Tradicional.



FIGURA 3. Se muestra una comparación entre las pruebas de entrada y salida del grupo experimental, exponiendo el efecto de la aplicación de la Metodología de la Evaluación Formativa

Para poder contrastar las hipótesis planteadas en esta investigación utilizando la prueba t de Student, es necesario conocer si los datos obtenidos en las pruebas siguen una distribución normal. Para esto se realiza análisis estadístico descriptivo, utilizando el programa Microsoft Excel, con los valores de las pruebas de entrada y salida de los grupos de control y experimental:

TABLA II. Análisis estadístico Grupo de Control.

Variables Estadísticas	Prueba de Entrada	Prueba de Salida
Sujetos	30	30
Media	5,40	7,85
Mediana	5,25	7,00
Moda	4,50	7,00
Desviación estándar	1,93	2,11
Varianza de la muestra	3,71	4,47
Rango	9,50	8,00
Mínimo	1,50	5,00
Máximo	11	13

TABLA III. Análisis estadístico Grupo Experimental

Variables Estadísticas	Prueba de Entrada	Prueba de Salida
Sujetos	30	30
Media	5,53	10,93
Mediana	6,0	11,0
Moda	6,0	10,0
Desviación estándar	1,11	1,50
Varianza de la muestra	1,24	2,25
Rango	4,50	7,00
Mínimo	3,50	8,00
Máximo	8	15

En este análisis estadístico observamos que los valores de la media, moda y mediana tiene valores aproximados, los cual indica que están siguiendo una distribución normal.

Otra prueba que se utilizó para conocer si los datos siguen una distribución normal es por medio de los diagramas PP Plot, los cuales se muestran a continuación:

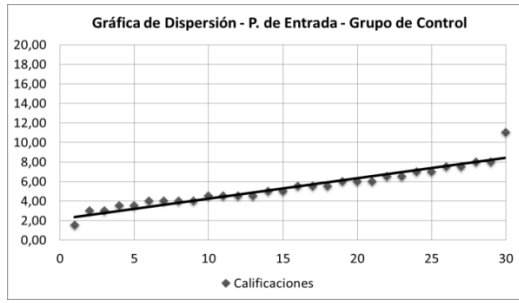


FIGURA 4. Se muestra como los datos obtenidos en la prueba de entrada del grupo de control siguen una distribución normal, al seguir una tendencia de línea recta.

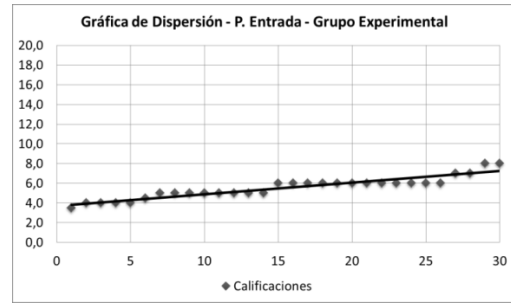


FIGURA 6. Se muestra como lo datos obtenidos en las pruebas de entrada del grupo de experimental siguen una distribución normal, al seguir una tendencia de línea recta.

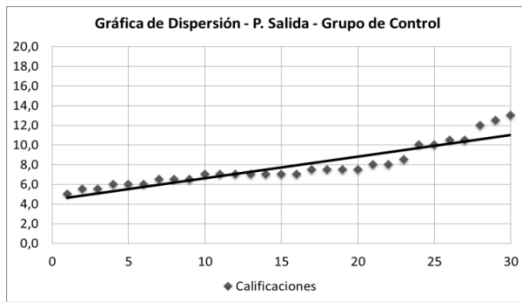


FIGURA 5. Se muestra como lo datos obtenidos en la prueba de salida del grupo de control siguen una distribución normal, al seguir una tendencia de línea recta.

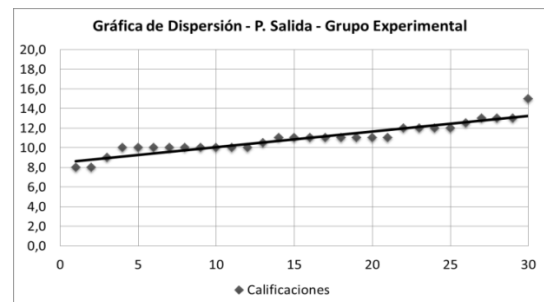


FIGURA 7. Se muestra como lo datos obtenidos en las pruebas de salida del grupo experimental siguen una distribución normal, al seguir una tendencia de línea recta.

A continuación, se muestra una comparación de las medias de las calificaciones obtenidas en las pruebas de entrada y salida de ambos grupos.

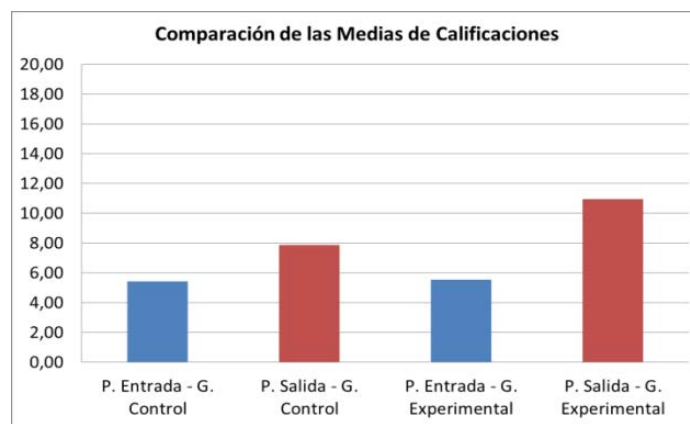


FIGURA 8. Se muestra las medias de las calificaciones obtenidas en las pruebas de entrada y salida de los grupos intervenidos.

A continuación, se muestra los resultados de los valores obtenidos de la aplicación de la prueba t de Student en los valores de las pruebas de entrada y pruebas de salida, debido a que estos valores son de importancia para demostrar la validez de las hipótesis planteadas:

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la ecuación para calcular el Factor de Hake:

TABLA VI. Valores Obtenidos de la aplicación del Factor de Hake

	GRUPO DE CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
Media de la Prueba de Entrada (pretest)	5,40	5,53
Media de la prueba de Salida (posttest)	7,85	10,93
Puntaje máximo a obtener una prueba	20	20
Factor de Hake (g)	0,1678	0,3731

V. DISCUSIÓN

V.1 Análisis de la prueba t de Student en las pruebas de entrada de los grupos intervenidos

Realizando una comparación entre las medias de las calificaciones obtenidas en las pruebas de entrada ($GC= 5,40$ y $GE= 5,53$), nos muestra que no existe una diferencia significativa. Haciendo un análisis, notamos que ambos grupos partieron con conocimientos previos similares, con iguales deficiencias, etc., lo cual muestra una homogeneidad entre los grupos al momento de realizar la prueba de entrada.

La prueba t de Student aplicada nos proporciona un valor de $P = 0,7479$ el cual es muy superior a su nivel de significancia de 0,05, por lo cual este indicador nos ayuda a establecer que no existe una diferencia significativa entre los grupos de control y experimental en el momento de realizar la prueba de entrada.

V.2 Análisis de las hipótesis planteadas

Cuando se realizan investigaciones con bases estadísticas, las mediciones no se llevan a cabo sobre las poblaciones a investigar, para ello se escogen muestras de forma aleatoria de dicha población, en ocasiones se puede correr el riesgo de cometer errores, tomando muestras con características diferentes de las que posee en su mayoría la población. Para poder cuantificar estos errores, es necesario plantear hipótesis y luego comprobarlas. Al plantearse una hipótesis puede ocurrir que, esta se rechace o se acepten. En ocasiones rechazar una hipótesis verdadera puede tener, en un principio mayor transcendencia que aceptar una hipótesis falsa.

Para esta investigación se plantearon las siguientes hipótesis:

$$\begin{aligned}\mu_1 &= \text{Media del grupo de control} \\ \mu_2 &= \text{Media del grupo experimental} \\ H_1: \mu_1 &\neq \mu_2 & H_0: \mu_1 &= \mu_2\end{aligned}$$

Para iniciar el análisis de las hipótesis, tomamos como referencia los valores que fueron proporcionados por la prueba t de Student de las pruebas de salidas de ambos grupos, pues en estas se muestra el efecto de la metodología aplicada. En el primer análisis tomamos en cuenta el valor $P (T \leq t)$ *dos colas*, debido a que las hipótesis están basadas en una distribución completa. El valor de $P (T \leq t)$ *dos colas* es igual a $5,9439 \times 10^{-8}$, el cual es mucho menor al valor del nivel de significancia de 0,05 (5%), demostrando que existe una diferencia significativa entre las medias de las calificaciones.

Este valor representa la probabilidad de equivocarse, si se acepta la hipótesis nula (N_0), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula $\mu_1 = \mu_2$.

El segundo análisis que se realizara es tomando el valor del *Estadístico t* y el *Valor crítico de t (dos colas)* proporcionados en la prueba t de Student, realizadas a las pruebas de salidas de los grupos.

El *Valor crítico de t (dos colas)* muestra el límite entre la Región de No Rechazo y la Región de Rechazo.

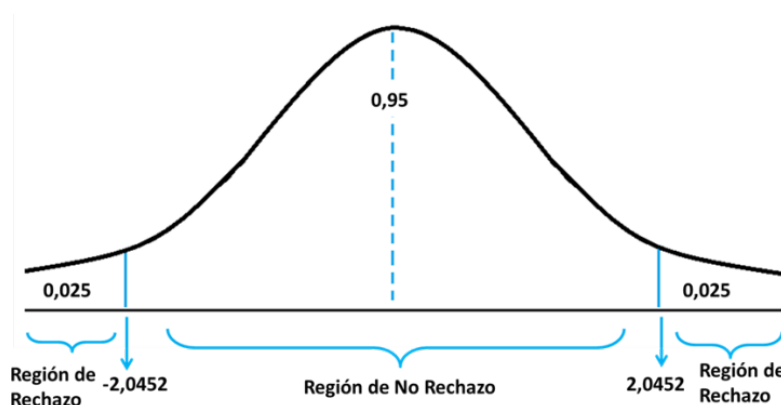


FIGURA 8. Se describe la distribución normal, mostrando los límites que dividen a la curva en la Zona de Rechazo y Zona de No Rechazo.

El valor del *Estadístico t* es igual a 7,2228 por lo cual nos muestra que está pasando el límite (2,0452) y asentándose en la zona de Rechazo, por lo cual rechazamos la hipótesis nula (N_0). Para poder aceptar nuestra hipótesis nula el valor del *Estadístico t* tendría que estar ubicado en el rango de $-2.0452 < \text{Estadístico } t < 2.0452$.

Con este análisis se acepta la hipótesis H_1 , la cual nos indica que aquellos estudiantes que utilizan la metodología de la evaluación formativa tienen mayor rendimiento que los estudiantes que siguen la Metodología tradicional.

V. CONCLUSIONES

En esta investigación se pudo evidenciar que los estudiantes a los cuales se le aplicó la Metodología de la Evaluación Formativa, alcanzaron un mayor rendimiento en el aprendizaje de la Primera Ley de la Termodinámica, en comparación con los estudiantes que recibieron la clase con la Metodología Tradicional, llegando a las siguientes conclusiones:

1. La metodología de la Evaluación Formativa ayuda a monitorear el proceso de enseñanza – aprendizaje, ya que permite evaluar durante el proceso y observar problemas que se pueden presentar a través de éste.
2. Mientras se va desarrollando esta metodología los estudiantes van efectuando un trabajo colaborativo, también algunas destrezas adicionales que ayudaran a la formación académica.

3. La eficacia de esta metodología va a depender del número de evaluaciones formativas que se aplique, debido a que mientras más evaluaciones formativas se aplique, mejores resultados se van a obtener.
4. Esta metodología permite que el docente involucre mucho de su tiempo para la preparación de los materiales que debe aplicar, además del tiempo que le tome procesar sus datos y los tiempos planificados deben cumplirse a fin de que se desarrollen todas las actividades. Estos parámetros ayudaran a la eficiencia de esta metodología.

Teniendo un respaldo en las experiencias obtenidas durante el desarrollo de esta investigación y basándose en los datos obtenidos se recomienda lo siguiente:

1. Aplicar esta metodología para temas relevantes dentro de un programa o currículo, debido a que se debe evaluar a los estudiantes con todos los parámetros posibles y la evaluación formativa es uno de ellos. De esta manera se podrá monitorear mejor el proceso de aprendizaje de los estudiantes.
2. Aplicar la metodología de la Evaluación Formativa en grupos o parejas, debido a que la interacción entre ellos ayuda a desarrollar destrezas adicionales para su formación, aparte de fortificar el trabajo colaborativo.
3. Se sugiere aplicar la mayor cantidad posible de Evaluaciones Formativas dentro de un proceso de enseñanza, los resultados obtenidos en el proceso dependerán del número de estas Evaluaciones Formativas
4. Es conveniente que esta metodología se aplique teniendo en cuenta los respectivos tiempos requeridos para efectuar una determinada actividad. Los tiempos que se destinen para las Evaluaciones Formativas no deben ser muy extensos (el tiempo dependerá del número de ítems que tenga la evaluación formativa), debido a que no permitiría la correcta interacción entre los estudiantes y el exceso de tiempo provocaría una desviación de la atención de los estudiantes referentes al tema.

VI. REFERENCIAS

- Vásquez, J. Y. (2013). *Tipos de evaluación educativa*. Disponible en: <http://es.slideshare.net/josevazquez7503/tipos-de-evaluacin-educativa-24819024>. Recuperado: 29 de diciembre de 2015,
- Martínez, F. (2012). La Evaluación Formativa del aprendizaje en el aula en la biografía en inglés y francés. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(54) 849-875.
- Sarmiento (2006). *Instituto de Ciencias Matemáticas*. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/.../I%20Parte.doc>. Consultado: 13 de enero de 2016.
- Anónimo. (2013). *Blog Estadístico*. Disponible en: <http://elestadistico.blogspot.com/2013/01/prueba-estadistica-t-de-student.html>.
- Departamento de Matemáticas Aplicadas (2016). *Aula virtual de Bioestadística*. Disponible en: http://estadistica.bio.ucm.es/web_spss/proc_t_relacionadas.html. Consultado: 24 de enero de 2016.
- Lara-Barragán Gómez, A. (2008). Acerca de la enseñanza-aprendizaje de los conceptos. *Latin-American Journal of Physics Education*, 2(3), 253-258.

VII. APÉNDICE

Apéndice A

TEST SOBRE LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

Lea, analice y conteste. Seleccione la respuesta correcta según los enunciados

1) Las magnitudes que conforman los procesos termodinámicos son el intercambio de:

- A. Calor
- B. Energía interna
- C. Trabajo
- D. Todos los anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

2) ¿Cuál es la expresión matemática que describe la Primera Ley de la Termodinámica?

- A. $\Delta W = -\Delta U$
- B. $\Delta U = \Delta Q - \Delta W$
- C. $-\Delta W = \Delta U$
- D. $\Delta Q = \Delta U$

RESPUESTA CORRECTA:

3) ¿Cuándo un sistema absorbe calor de sus alrededores, este será?: (LEXUS, 2003). (Adaptado de: S. A., T. E. (2003). Termodinámica. En: T. E. S. A. *La Biblia de la Física y la Química* (pág. 135). Barcelona: LEXUS).

- A. $Q=0$
- B. $Q>0$
- C. $Q<0$
- D. $Q\leq 0$

RESPUESTA CORRECTA:

4) La conservación de la energía se utiliza para:

- A. Todos los sistemas termodinámicos (abiertos, cerrados y aislados).
- B. Solo sistemas abiertos y cerrados.
- C. Solo sistemas abiertos
- D. Solo sistemas cerrados.

RESPUESTA CORRECTA:

5) Cuando un sistema efectúa trabajo sobre el exterior, el valor del trabajo será: (LEXUS, 2003). (Adaptado de: S. A., T. E. (2003). Termodinámica. En: T. E. S. A., *La Biblia de la Física y la Química* (pág. 135). Barcelona: LEXUS).

- A. $W\geq 0$
- B. $W=0$
- C. $W<0$
- D. $W\leq 0$

RESPUESTA CORRECTA:

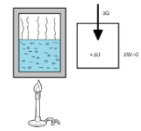
6) Un proceso adiabático se caracteriza por no existir el intercambio de:

- A. Trabajo
- B. Energía interna
- C. Energía térmica
- D. Todos los anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

7) En la imagen expuesta se describe un:

- A. Proceso adiabático
- B. Proceso isovolumétrico
- C. Proceso isotérmico
- D. Ninguno de los anteriores



RESPUESTA CORRECTA:

8) Un proceso isotérmico se caracteriza por:

- A. El volumen del sistema permanece constante
- B. No existir intercambio de energía térmica
- C. Temperatura del sistema permanece constante
- D. $\Delta Q, \Delta W, \Delta U$ no sufren ningún cambio.

RESPUESTA CORRECTA:

9) Los sistemas cerrados no intercambian masa con el resto del universo termodinámico, esto también se conoce como:

- A. Entalpía
- B. Masa de control
- C. Masa de flujo
- D. Ninguna de las respuestas anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

10) Las bombas, los calderos, las turbinas, compresores, condensadores y las válvulas, trabajan aplicando el Primer Principio de la Termodinámica en:

- A. Sistemas abiertos
- B. Sistemas aislados
- C. Sistemas cerrados
- D. En todos los sistemas termodinámicos

RESPUESTA CORRECTA:

11) La energía interna de un gas ideal depende de:

- A. Presión
- B. Volumen
- C. Trabajo
- D. Temperatura

RESPUESTA CORRECTA:

12) Cuando se usa una bomba manual para inflar los neumáticos de una bicicleta, la bomba se calienta después de un rato. ¿Por qué? (Zemansky, 2009). (Extraído de: Zemansky, S. (2009). La Primera Ley de la Termodinámica. En: Zemansky, S. *Física Universitaria* (pág. 667). México: Pearson Educación).

- A. El gas realiza un trabajo signo de negativo, lo cual hace que se incrementa la energía interna de la misma.
- B. Realiza un trabajo y la energía interna del gas se mantiene constante.
- C. Si un gas se expande libremente, su temperatura disminuye
- D. Ninguna de las anteriores respuestas.

RESPUESTA CORRECTA:

13) Cuando un gas se comprime adiabáticamente contra el aire circundante, su temperatura aumenta, aunque no fluya calor hacia el gas. ¿De dónde proviene la energía que eleva la temperatura? (Zemansky, 2009). (Extraído de: Zemansky, S. (2009). La Primera Ley de la Termodinámica. En: S. Zemansky, *Física Universitaria* (pág. 667). México: Pearson Educación).

- A. La energía cinética provocada por los choques entre los gases.
- B. Un equilibrio térmico.
- C. De los alrededores del sistema
- D. Ninguna de las anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

14) ¿En qué situaciones debe usted efectuar más trabajo: al inflar un globo al nivel del mar o al inflar el mismo globo con el mismo volumen en la cima del monte McKinley? (Zemansky, 2009). (Extraído de: Zemansky, S. (2009). La Primera Ley de la Termodinámica. En: S. Zemansky, *Física Universitaria* (pág. 667). México: Pearson Educación.)

- A. Al inflar el mismo globo con el mismo volumen, en la cima del monte McKinley
- B. Al inflar un globo al nivel del mar
- C. En ambos casos realiza el mismo trabajo
- D. Ninguna de las anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

15) Un gas en un cilindro es sostenido a una presión constante de 2.3×10^5 Pa, y es enfriado y comprimido de 1.7 m^3 a 1.2 m^3 . La energía interna del gas descende en 1.4×10^5 J. El valor absoluto de $|Q|$ para la fluidez de calor dentro o fuera del gas será: (Zemansky, 2009). (Extraído de: Zemansky, S. (2009). La Primera Ley de la Termodinámica. En: S. Zemansky, *Física Universitaria* (pág. 667). México: Pearson Educación).

- A. -1.15×10^5 J
- B. 2.55×10^5 J
- C. 0.25×10^5 J
- D. Ninguna de las anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

JUSTIFIQUE SU RESPUESTA

16) ¿Cuál es el incremento en la energía interna de un sistema, si se le suministran 700 calorías de calor y se le aplica un trabajo de 900 Joule? (Julian, 2014). (Extraído de: Julian, C. (4 de junio de 2014). *Fisimat*. Disponible en: <http://www.fisimat.com.mx/leyes-de-la-termodinamica>). Consultado: 26 de enero de 2016.

- A. 2040J
- B. 3840 J
- C. 2940 J
- D. Ninguno de los valores anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

JUSTIFIQUE SU RESPUESTA

17) Suponga que un sistema pasa de un estado a otro, intercambiando energía con su vecindad. Calcule la variación de energía interna, si el sistema absorbe 100 cal y realiza un trabajo de 200 J (Julian, 2014). (Extraído de: Julian, C. (4 de junio de 2014). *Fisimat*. Disponible en: <http://www.fisimat.com.mx/leyes-de-la-termodinamica>). Consultado: 26 de enero de 2016.

- A. 218 J
- B. 418 J
- C. 618 J
- D. Ninguno de los valores anteriores

RESPUESTA CORRECTA:

JUSTIFIQUE SU RESPUESTA

18) Un sistema termodinámico experimenta un proceso en el cual su energía interna disminuye 500J.

Si al mismo tiempo, se hacen **220J** de trabajo sobre el sistema, encuentre la energía térmica transferida a o desde el. (Charlie, (2012). (*Slideshare*. Disponible en: <http://es.slideshare.net/charliebm7512/problemas-calor-trabajo-primera-ley>). Consultado: 26 de enero de 2016).

- A. 280 J
- B. 770 J
- C. - 770 J
- D. - 280 J

RESPUESTA CORRECTA:

JUSTIFIQUE SU RESPUESTA

19) Para comprimir adiabáticamente 2 moles de gas ideal biatómico cuya temperatura inicial es de 300 k, ha sido necesario suministrarle 800 J en forma de trabajo. ¿Cuál es la temperatura final del gas? (Flores, 2013). (Extraído de Flores, S. I. (22 de diciembre de 2013). *Slideshare*. Recuperado el 26 de enero de 2016, de <http://es.slideshare.net/Solecion/termodinamica-ejercicios-resueltos>)

- A. 319.25 J
- B. 280.64 J
- C. - 280.64 J
- D. - 319.25 J

RESPUESTA CORRECTA:

JUSTIFIQUE SU RESPUESTA

20) 1 g de agua al pasar de estado líquido a gas a 100°C, sabiendo que el calor de vaporización del agua es 540 cal/g, el trabajo realizado en esta transición será: (LEXUS, 2003). (Adaptado de: S.A, T. E. (2003). *Termodinámica*. En: T. E. S. A., *La Biblia de la Física y la Química* (pág. 135). Barcelona: LEXUS).

- A. - 2257.2 J
- B. 2257.2 J
- C. 129.18 J
- D. -129.18 J

RESPUESTA CORRECTA:

JUSTIFIQUE SU RESPUESTA

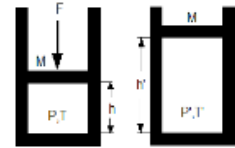
Apéndice B

EVALUACIÓN FORMATIVA 1

Taller de Física y Laboratorio II

1) Se permite que un gas ideal se pueda expandir lentamente. El sistema está térmicamente aislado. ¿Qué afirmación sobre la presión inicial es cierta?

- a) $P' < P$
- b) $P' = P$
- c) $P' > P$
- d) No hay información suficiente



2) Se permite que un gas ideal se pueda expandir lentamente. El sistema esta térmicamente aislado. ¿Qué afirmación sobre la temperatura final es cierta?

- a) $T' < T$
- b) $T' = T$
- c) $T' > T$
- d) No hay suficiente información

3) Un pistón está conectado a un tren de accionamiento que hace que un auto se mueva. La llama se enciende a continuación, lo cual calienta al gas haciendo que se expanda. Los signos de Q y W para el gas son:

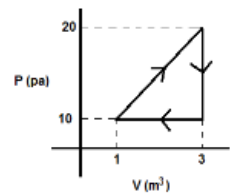
- a) $Q+$ $W+$
- b) $Q+$ $W-$
- c) $Q-$ $W+$
- d) $Q-$ $W-$

4) Una cantidad de gas está confinado a un cilindro. El cilindro es vertical y está limitado por un pistón móvil de masa 2 kg y área de $0,1 \text{ m}^2$. El gas se calienta hasta que el pistón se eleva 20 cm . La cantidad de trabajo realizado por el gas es lo más cerca a:

- a) $4J$
- b) $1J$
- c) $-20J$
- d) $0,4J$

5) En un gas ideal se toma todo el proceso que se muestra. El trabajo neto realizado sobre el gas es más cerca a:

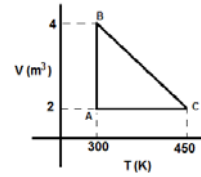
- a) $20J$
- b) $-30J$
- c) $15J$



d) 10J

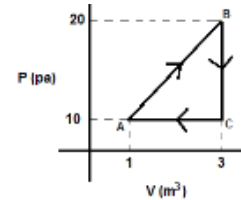
6) Un cilindro vertical con una tapa movable se enfría. El proceso correspondiente a esto es:

- a) C-B
- b) A-B
- c) A-C
- d) C-A



7) Un mol de gas ideal se lleva por el ciclo abc de la figura adjunta. El trabajo realizado por el sistema durante el proceso de B a C es:

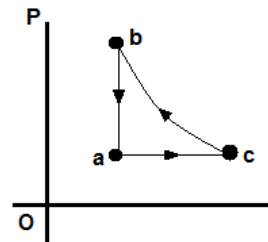
- a) Positivo
- b) Negativo
- c) No se realiza ningún trabajo sobre el sistema
- d) No se puede determinar



8) Tres moles de gas ideal se llevan por el ciclo abc de la figura adjunta. Para este gas, $C_p = 29,1 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$. El proceso ac se efectúa a presión constante, el proceso ba se efectúa a volumen constante y el proceso cb es adiabático. La temperatura del gas en los estados a, c y b es $T_a=300 \text{ K}$, $T_c= 600 \text{ K}$. Calcule el Trabajo Total del ciclo:

- a) $2,5 \times 10^3 \text{ J}$
- b) $-1,95 \times 10^3 \text{ J}$
- c) $4,789 \times 10^3 \text{ J}$
- d) $-6,79 \times 10^3 \text{ J}$

9) En un cilindro sellado con un pistón, se comprimen rápidamente 3,00 L de N_2 gaseosos, inicialmente a una presión de 1,00 atm y a 0,00 °C, a la mitad de su volumen original. Suponga que N_2 se comporta como un gas ideal.



- i. Calcule la temperatura y la presión final del gas.
 - ii. Si ahora, el gas se enfría a los 0 °C sin cambiar la presión, ¿Cuál será su volumen final?
- a) 360 K, 267 KPa; 1,14 L
 - b) 340 K, 296 pa; 2,24 L
 - c) 290K, 287 Pa; 2,04 L
 - d) 400 K, 300 Pa; 2,04 L

Apéndice C

EVALUACIÓN FORMATIVA 2

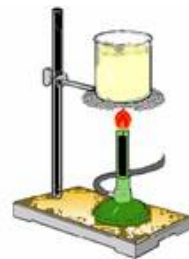
Taller de Física y Laboratorio II

1) Si un gas ideal se calienta a presión constante, ¿cómo se relacionan el calor que entra y la variación de la energía interna?

- a) $Q_{in} > \Delta U$
- b) $Q_{in} < \Delta U$
- c) $Q_{in} = \Delta U$
- d) Puede darse cualquiera de las tres situaciones anteriores

2) En un recipiente con paredes diatermas se mezclan 1000 cm^3 de agua a 60°C con 3000 cm^3 de agua a 20°C , que también es la temperatura exterior. ¿Cuál es la temperatura final del agua en el equilibrio?

- a) 40°C
- b) 30°C
- c) 80°C
- d) 20°C .



3) Se calienta agua en un recipiente que no está cubierto. Después de un tiempo, el agua comienza a hervir. ¿Cuál de las siguientes opciones describe en forma correcta el proceso completo?

- a) Proceso isotérmico
- b) Proceso isobárico
- c) Proceso isocórico
- d) Ninguno de los anteriores

4) ¿En cuál de las operaciones sería más adecuado considerar un sistema cerrado, en lugar de un volumen de control?

- a) Llenado de un recipiente vacío con gas, desde una fuente subterránea.
- b) Inflado de un globo con gas
- c) Descarga continua de gases calientes, a través de una tobera.
- d) Congelamiento de cierta cantidad de agua

5) ¿Cuánta agua a 20°C es aproximadamente necesaria para fundir por completo 100 g de hielo a 0°C ?

- a) 4.0 kg
- b) 8.0 kg
- c) 400 g
- d) 80 kg



6) Hallar la variación de energía interna de un gas que se produce en una expansión adiabática de $0,5 J$ de trabajo exterior:

- a) $\Delta U = -0,5 J$
- b) $\Delta U = 0,5 J$
- c) $\Delta U = 1 J$
- d) Ninguna de las respuestas anteriores

7) Un sistema al recibir un trabajo de $-170 J$ sufre una variación en su energía interna igual a $80 J$. Determinar la cantidad de calor que se transfiere en el proceso y si el sistema recibe o cede calor

- a) $90 J$
- b) $-90 J$
- c) $250 J$
- d) $-250 J$

8) Sobre un sistema se realiza un trabajo de $100 J$ y éste libera $40 cal$ hacia los alrededores. ¿Cuál es la variación de la energía interna?

- a) $67,2 J$
- b) $167,2 J$
- c) $-167,2 J$
- d) $-67,2 J$

