

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”

TEMA

“INFLUENCIA EN EL RENDIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES CUANDO SE
APLICA EL APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACIÓN A LA UNIDAD DE
DILATACIÓN TÉRMICA COMO PRÁCTICA EXPERIMENTAL.”

AUTOR:

JORGE TOMAS HOLGUÍN ANZULES

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2017

DEDICATORIA

A mi querida esposa Eligia
A mi querido hijo Jorge Gabriel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme acompañado en los momentos más difíciles de este ciclo.

A mis padres, Gloria y Jairo por sus sabios consejos.

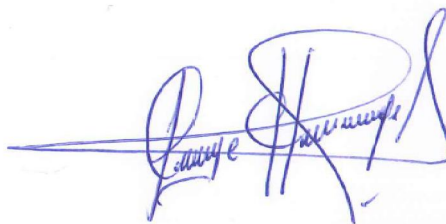
A mis Hermanos y sobrinos.

A mis maestros, en especial al M.Sc. Carlos Torres director de este proyecto y al M.Sc. Jorge Flores profesor, guía y amigo.

A mis compañeros, de la tercera promoción de la maestría, por su invaluable ayuda y colaboración.

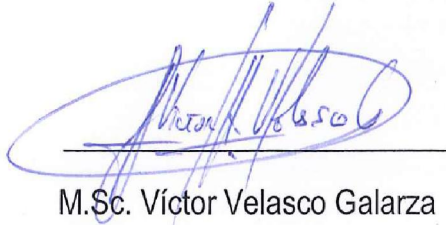
DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Física** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

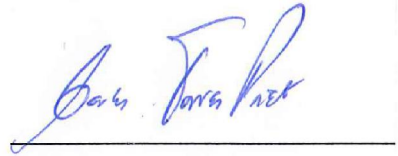
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Tomas Holguin Anzules', written over a horizontal line.

JORGE TOMAS HOLGUIN ANZULES


TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Víctor Velasco Galarza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

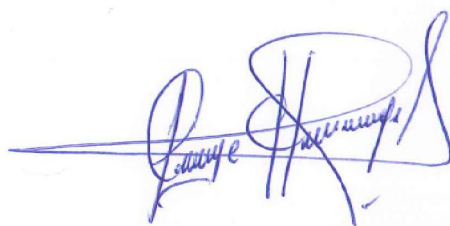


M.Sc. Carlos Torres Prieto
DIRECTOR DE PROYECTO



M.Sc. Bolívar Flores Nicolalde
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Holguin Anzules', with a long horizontal stroke extending to the left.

JORGE TOMAS HOLGUIN ANZULES

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	v
AUTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN.....	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS	x
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 CONTEXTO DEL PROBLEMA	1
1.2 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	3
1.4 HIPÓTESIS	3
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LA LITERATURA	
2.1 CONSTRUCTIVISMO.	5
2.2 APRENDIZAJE ACTIVO.....	8
2.3 APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACION (ABI).....	12
2.4 TRANSFORMACION DE LA CLASE EN LABORATORIO DE FISICA.	19
2.5 ABI APLICADO A CLASE DE LABORATORIO DE FISICA.	20
2.6 PRUEBA “T” STUDENT.....	22
2.10. EL FACTOR DE HAKE	23
CAPÍTULO III	
MÉTODO	
3.1. SUJETOS	24
3.2 LA TAREA Y MATERIALES.....	24
3.3. VARIABLES.....	25
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	25

3.5. PROCEDIMIENTO	26
3.6. ANÁLISIS DE DATOS	28
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	
4.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONOCIMIENTO	29
4.2. RESULTADOS DE LA GANANCIA DE HAKE	32
CAPÍTULO V	33
DISCUSIÓN	33
5.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CONOCIMIENTOS.	33
5.2. ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS.....	34
CAPÍTULO VI.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
6.1. CONCLUSIONES.....	35
6.2. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	42

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.1 Modelos constructivistas.....	6
Tabla 2.1.2.1 Destrezas cognitivas.....	7
Tabla 2.1.1 Diferencias aprendizaje tradicional vs aprendizaje activo.....	9
Tabla 2.2.1 Rol del profesor y estudiante en el aprendizaje activo.....	11
Tabla 2.2.1 Factores que afectan el aprendizaje activo.....	11
Tabla 2.3.1 Actividades que se realizan cuando se aplica el ABI.....	13
Tabla 2.5.1 Estructura de una guía de laboratorio abierta.....	20
Tabla 4.1.1 Valores obtenidos de las pruebas de dilatación térmica, aplicadas a los grupos de control y experimental.....	25
Tabla 4.1.1 Datos estadísticos de las pruebas realizadas al grupo de control.....	26
Tabla 4.1.2 Datos estadísticos de las pruebas realizadas al grupo experimental.....	26
Tabla 4.1.3 Resultados de la prueba t de Student de las pruebas de salida de los grupos de control y experimental.....	27
Tabla 4.8. Resultados obtenidos del Factor de Hake.....	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.2.1.- Características del profesor constructivista.....	8
Figura 2.3.1.- Características del ABI.....	12
Figura 2.3.1.1.- Esquema de las actividades que debe realizar el estudiante en el ABI.....	16
Figura 2.4.1.- Esquema de la transformación del nuevo enfoque alternativo de las prácticas de laboratorio.....	19
Figura 4.1.1.- Promedios de las pruebas receptadas a los grupos de estudio.....	27
Figura 4.1.2.- Comparación de ganancias de aprendizaje obtenidos en ambos grupos.....	28

OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la metodología del aprendizaje basado en investigación en el rendimiento de los estudiantes de segundo nivel de la asignatura de física en la unidad de dilatación térmica como práctica experimental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcanzar la verificación de este objetivo, en la investigación se plantaron los siguientes objetivos específicos:

- Preparar una práctica experimental sobre dilatación térmica, aplicando la investigación guiada utilizando la guía de laboratorio abierta, con una duración de cuatro horas aproximadamente.
- Desarrollar una prueba de entrada y de salida de dilatación térmica correspondiente a la clase de Física Experimental II, para determinar el impacto del aprendizaje basado en investigación, a través del análisis estadístico de las pruebas reportadas.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO DEL PROBLEMA

Una de las herramientas más utilizadas en la enseñanza tradicional son las clases magistrales, pero son poco eficientes en el proceso del aprendizaje de la Física por parte de los alumnos, debido a que promueve la memorización antes que pensar o comprender los fenómenos físicos.

Esto lleva a las universidades a trabajar en la búsqueda de diferentes propuestas metodológicas que permitan mejorar la formación de sus estudiantes; a pesar de la variedad de alternativas, existe una interesante que es el aprendizaje activo o saber investigar, ya que logra fortalecer el vínculo entre los programas académicos y la investigación.

Es claro que en el campo de enseñanza y aprendizaje, la investigación está situada en la zona de tensión entre lo tradicional y la necesidad de adaptarse a los cambios constantes de la educación, debido a los avances permanentes en las TIC's.

Según Becerra (2005) indica que: desde hace algún tiempo la Investigación Acción Participativa ha adquirido mucha relevancia en el campo de la pedagogía y la didáctica, puesto que brinda mejores formas de comprender y transformar las prácticas educativas [1], además también se incorpora a todos los estudiantes como sujetos activos al proceso educativo, con lo que se garantiza una mejor comprensión: de tal forma que el docente no describe ni explica la práctica experimental con la finalidad de transmitir sus conocimientos a los estudiantes, adicionalmente Mora (2009) menciona: se debe transformar la práctica de manera participativa y conjunta, permitiendo alcanzar un alto grado de reflexión donde es necesario que exista un permanente intercambio entre la teoría y la práctica [2].

Actualmente en las instituciones de nivel superior las prácticas de laboratorio de Física se ejecutan utilizando guías que indican paso a paso lo que los estudiantes deben hacer para realizar un experimento, pero los resultados son habitualmente poco satisfactorios tanto desde el punto de vista del estudiante como desde la perspectiva del profesor. Esto se debe porque no hay un momento para que el estudiante reflexione acerca de lo que está haciendo, en las prácticas ya está todo listo para el uso de los equipos y el desarrollo se realiza mediante un procedimiento que indica en detalle lo que se debe hacer incluido los datos que debe obtener, obligando al estudiante hacer todo de manera mecánica dejando a un lado el razonamiento y las dudas que surgen en la experiencia; solo se preocupan de copiar los datos, hacer un reporte y obtener una buena calificación.

Es importante cambiar el objetivo de las clases, los procedimientos y guías de laboratorio de tal forma que sean alineados a un propósito investigativo que conduzca a los estudiantes a un aprendizaje activo, en consecuencia que ellos mismos generen su propio conocimiento mediante; preguntas, creación de modelos e hipótesis, entre otras características dentro de la práctica experimental. Para cambiar esta situación y mejorar las habilidades investigativas de los estudiantes, se propone realizar las prácticas experimentales de Física utilizando la metodología de aprendizaje basada en investigación (ABI). Maaß & Doorman, (2013) lo define como una estrategia instruccional donde los estudiantes investigan, formulan preguntas, exploran y evalúan; el aprendizaje es dirigido por preguntas abiertas y estrategias con múltiples soluciones [3]. Estas definiciones ponen énfasis en desarrollar en los estudiantes comportamientos similares a los que utilizan los científicos en el proceso de investigación.

Para este proyecto de investigación se ha seleccionado la unidad instruccional de dilatación térmica, donde se presentarán los resultados de aplicar la metodología ABI al estudio de dicha unidad, de tal forma que proporcione los datos respectivos manifestando las consecuencias de aplicar este modelo para alcanzar un mayor rendimiento en la comprensión de la unidad seleccionada.

1.2 DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

El propósito de este estudio es determinar el efecto en el rendimiento de los estudiantes del segundo nivel de laboratorio de Física de una universidad ecuatoriana, cuando se aplica la metodología aprendizaje basado en investigación (ABI) a la unidad de dilatación térmica.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Para cumplir con el propósito de esta investigación surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo inciden la utilización del aprendizaje basado en investigación en el rendimiento de los estudiantes en el estudio de la unidad de dilatación térmica en el laboratorio de Física Experimental II, de una universidad ecuatoriana?

1.4 HIPÓTESIS

La hipótesis planteada para esta investigación (H1) es la siguiente:

- Aquellos estudiantes que utilizan la estrategia metodológica del ABI tienen mayor rendimiento que los estudiantes que siguen la clase tradicional, en el estudio de dilatación térmica

H0. Hipótesis nula.

La hipótesis nula que se presenta en esta investigación es:

- Aquellos estudiantes que utilizan la estrategia metodológica ABI tienen igual rendimiento que los estudiantes que siguen la clase tradicional, en el estudio de dilatación térmica

1.5 JUSTIFICACIÓN

La forma de dictar las clases experimentales de laboratorio de Física está siendo cuestionada, debido a la ausencia en las aulas de: un ambiente práctico generador de conocimiento, criterio científico y solución de problemas; Esto trae como resultado que los estudiantes no puedan tener un acercamiento efectivo al aprendizaje de la Física mediante la experimentación.

Existen estudios que indican que el aprendizaje activo mejora el rendimiento y la actitud de los estudiantes, es por esto que se aconseja adoptar estrategias alternativas que involucren a los estudiantes de forma activa.

En esta perspectiva se necesita que las instrucciones o el desarrollo de las clases de laboratorio se reduzcan en señalar las metas u objetivos que se esperan, sugiriendo algún método aunque el estudiante puede elegir el camino más efectivo, con tiempo de duración de la práctica mucho más flexible para pensar en distintos planes de acción alternativos y llevarlos a la práctica cometiendo y corrigiendo errores. La discusión con el profesor permite orientar la actividad del estudiante e impedir planes de acción infructuosos.

El modelo que permite realizar lo mencionado en los párrafos anteriores es el ABI, metodología que está siendo adoptada por los docentes en especial por aquellos que desean que sus estudiantes sean los actores de su propio conocimiento. Por estos motivos se cree que lo más adecuado es introducir actividades de aprendizaje activo a las clases de laboratorio de Física II para validar los beneficios obtenidos en el rendimiento con respecto a una práctica tradicional.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 CONSTRUCTIVISMO.

Según Hernández (2008), menciona que el modelo constructivista se centra en la construcción del conocimiento, no en su reproducción. Además un componente importante del constructivismo es que la educación se enfoca en tareas auténticas, estas tareas son las que tienen una relevancia y utilidad en el mundo real [4].

Jonassen (1991), indica que esta teoría propone que el ambiente de aprendizaje debe sostener múltiples perspectivas o interpretaciones de realidad, construcción de conocimiento, actividades basadas en experiencias ricas en contexto [5]. Una de las ventajas es que ofrece a los estudiantes la oportunidad de ampliar su experiencia de aprendizaje, además los profesores pueden aplicar nuevas metodologías como herramientas para el aprendizaje constructivista, con la finalidad de proponer opciones para lograr que el aula tradicional se convierta en un nuevo espacio con aspectos creativos que les permiten afianzar lo aprendido.

2.1.1 MODELOS CONSTRUCTIVISTAS.

Estos modelos toman en cuenta el conocimiento y su construcción, pero además establece un factor importante que según Pavón (2013), menciona que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe tener contenido que sean de utilidad y aplicables en referencia a lo que el estudiante necesita aprender [6].

Los aportes a este modelo son muchos de tal manera que existe varios estudios por diferentes autores, teniendo como resultado la unión de diversos enfoques; en todo caso las ideas y propuestas más relevantes de la corriente constructivista se describen en el siguiente cuadro:

Tabla 2.1.1- Modelos constructivistas.

J. Piaget (1955).	Teoría evolutiva. El conocimiento se construye a través de la experiencia, por lo tanto el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento.
L. Vygotsky (1978).	Enfoque socio-cultural. Está en función del desarrollo cultural de las personas, el conocimiento se realiza con la interacción de otros sujetos.
D. Ausubel (1963)	El aprendizaje significativo. Adquiere significado si se relaciona con el conocimiento previo, "el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe".

Fuente: Adaptado de el modelo constructivista aplicado en el proceso de aprendizaje. Hernández, 2008.

Este modelo cambia el rol del estudiante tradicional, por dos razones importantes; la primera es: mantener al estudiante como un sujeto activo del aula de clase y la segunda es: desarrollar capacidades importantes como la construcción de su propio conocimiento.

2.1.2 EL PAPEL DEL PROFESOR CONSTRUCTIVISTA.

El profesor constructivista actúa de forma pasiva, dejando en plena libertad a los estudiantes para que desarrollen su conocimiento mediante la investigación, manteniendo su presencia solo para dudas o sugerencias.

Entre las actividades que realiza son: coordinador, modelador y mediador, además esta siempre actualizado en los intereses, necesidades de sus estudiantes.

Según Neco (2005), indica que los aspectos fundamentales para la construcción del conocimiento dependen mucho de las destrezas cognitivas que se presentan a continuación [7]:

Tabla 2.1.2.1- Destrezas cognitivas.

Enseñar a pensar	Desarrollar en los estudiantes un conjunto de competencias cognitivas que permitan optimizar sus procesos de razonamiento.
Enseñar sobre el pensar	Estimular a los estudiantes a tomar conciencia de sus propios procesos y estrategias mentales mejorando el rendimiento y la eficacia.
Enseñarle sobre la base del pensar	Incorporar objetivos de aprendizaje relativos a las habilidades cognitivas, dentro del currículo escolar.

Fuente: Tomado de la investigación, el rol del maestro en un esquema pedagógico, Ñeco (2005).

Según lo descrito, el profesor es el responsable de unir los procesos de construcción de conocimiento que realiza el estudiante, además es el mediador del aprendizaje, de tal forma que debe crear condiciones eficientes y asumir la responsabilidad de orientador y guía de la clase.

Como nos dice Entwistle (1988), el profesor debe incentivar de alguna manera que los estudiantes sientan respeto por su propia capacidad de pensar, de generar buenas preguntas, de tropezar con interesantes conjeturas bien informadas, de volver el estudio más racional y más sensible al uso de la mente que la simple memorización [8].

A todo esto se puede agregar algo muy importante que es saber cuáles son las cualidades que debe tener el profesor constructivista, algunas características relevantes se muestran en el siguiente cuadro:

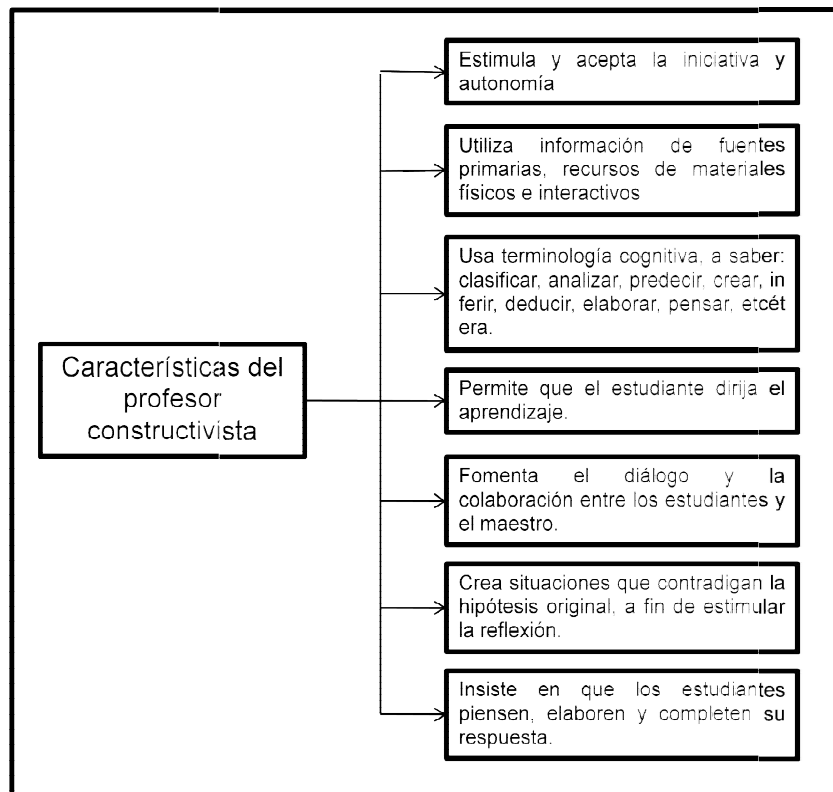


Figura 2.1.2.1- Características del profesor constructivista.

Fuente: Tomado de la investigación el rol del maestro en un esquema pedagógico, Ñeco (2005).

2.2 APRENDIZAJE ACTIVO.

Existen diversidad de definiciones de aprendizaje activo, pero una muy general es la de Bonwell y Eison (1991), quienes lo caracterizan por ser cualquier aprendizaje que involucra a los estudiantes en hacer cosas y en pensar acerca de las cosas que están haciendo [9], es aprender haciendo.

Cuando un estudiante participa de forma activa en el salón de clases permite que construyan su propio conocimientos mediante observaciones del mundo físico, adquiriendo una actitud de responsabilidad sobre su propia enseñanza.

Jerez (2008), indica que son las acciones, tareas o actividades las que posibilitan que el aprendizaje ocurra, incluso en procesos mentales de mayor complejidad [10]. De tal forma que el estudiante estará expuesto continuamente a situaciones como el análisis, interpretación, interferencia y evaluación.

Es muy importante saber cuáles son los beneficios o resultados en los que se obtienen al aplicar el aprendizaje activo, además las diferencia que existe en referencia a las clases tradicionales o magistrales; algunas de estas características se presentan en el siguiente cuadro:

Tabla 2.1.1- Diferencias aprendizaje tradicional vs aprendizaje activo.

Aprendizaje tradicional	Aprendizaje activo	Resultados del aprendizaje activo
Se limita a escuchar	Está enfocado a través de la participación	Promueve una actitud positiva ante el aprendizaje
Depende de lo que profesor imparte	La adquisición de conocimiento depende de lo que va descubriendo.	Desarrolla pensamiento más altos (análisis, síntesis, evaluación)
Hay énfasis en la transmisión de información	Se da mayor interés al desarrollos de las habilidades	Clasifica y ordena la información que obtiene a través de la experiencia
Recibe ideas y hechos	Aprende con la práctica	Logra una comprensión más profunda de los conceptos de la asignatura
No permite resolver todas las inquietudes	Recibe retroalimentación	Corrige errores en relación con los conceptos
El tiempo es limitado para realizar otras actividades	Interactúa con los compañeros de clases	Aprende a preguntar y a escuchar de forma crítica lo que no entienden.

Fuente: Adaptado del aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes de Sierra (2012).

En la práctica, esta estrategia se refiere a las actividades que se introducen en el aula en las que los estudiantes son actores principales en su aprendizaje, esto es a menudo contrastado con las clases tradicionales donde los estudiantes reciben pasivamente la información del profesor.

Como elementos principales tenemos:

- Las actividades del estudiante.
- El compromiso del estudiante y profesor en el proceso de aprendizaje.

El aprendizaje activo es opuesto a la clase tradicional, por lo tanto al utilizar esta estrategia se supone que se está alejando de los modelos educativos tradicionales.

2.2.1 IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE ACTIVO

Uno de los problemas de la metodología tradicional es que se debe cumplir con un plan curricular, no hay tiempo para los escenarios donde se genere un gusto y actitud por el asombro o la observación; algo muy contrario a esto es el aprendizaje activo, porque permite a los estudiantes pensar como científicos, donde el estudiante debe hacer mucho más que simplemente escuchar, debe leer, cuestionarse, discutir, utilizar reglas y principios físicos para resolver un problema, además permite obtener muy buenos resultados en su rendimiento.

Según Sierra (2012), la investigación pedagógica demuestra que los métodos de este aprendizaje son más eficaces que los pasivos para desarrollar competencias y lograr aprendizaje significativo de alto nivel cognitivo [11].

Otra razón importante es que coloca como protagonista de la acción al estudiante dejando al profesor como un guía del aula, rompiendo los paradigmas de una clase tradicional, dejando a un lado los roles que normalmente realizan.

A continuación en la tabla.- 2.2.1, se muestran los roles que deben cumplir tanto el profesor como los estudiantes cuando se aplica el aprendizaje activo.

Tabla 2.2.1- Rol del profesor y estudiante en el aprendizaje activo.

Actividades del profesor	Actividades del alumno
Formula el objetivo de la actividad	Analiza las instrucciones
Organiza el trabajo por grupo o individualmente	Planifica el trabajo
Aporta material	Consulta material
Proporciona información esencial	Explora
Formula ejemplos específicos.	Intercambia experiencias con el grupo de trabajo
Plantea problemas	Rectifica errores
Estimula a los alumnos para que hagan suposiciones intuitivas	Confirma aciertos

Fuente: Tomado de Resistencia de los alumnos al aprendizaje activo de Silvia & Asunción (2007)

Es muy importante que las actividades sean establecidas mucho antes de la aplicación de la estrategia para que el profesor tenga clara su función de guía y que los estudiantes mantengan su autonomía dentro del aula de clases.

En el proceso que se desarrolla el aprendizaje activo, existen factores que afectan la evolución normal de la estrategia, esta etapa es fundamental porque el profesor debe estar preparado para sobrellevar todos estos contratiempos.

En el siguiente cuadro se presentan cuatro factores relevantes:

Tabla 2.2.1- Factores que afectan el aprendizaje activo.

Factores que afectan el aprendizaje activo	
Tiempo	Se reduce significativamente porque solo se revisan conceptos importantes, los restantes el estudiante debe aprenderlos por sí mismo.
Entusiasmo	Se reproduce un entusiasmo inicial, pero puede haber decepciones por el bajo nivel de comprensión conforme avanza el tiempo. El profesor debe detectarlo para luego realizar la retroalimentación respectiva.
Estrategia	No es la mejor estrategia para todos los estudiantes porque no todos razonan y aprenden de igual manera. El profesor debe estar preparado para estos retos.
Resistencia	Por lo general los estudiantes desean mantener su papel de aprendizaje pasivo, en lugar de participar de manera activa en el proceso. En este caso es importante el rol del profesor para guiar positivamente al estudiante

Fuente: Tomado de Resistencia de los alumnos al aprendizaje activo de Silvia & Asunción (2007)

2.3 APRENDIZAJE BASADO EN INVESTIGACION (ABI).

Según Tecnológico Monterrey (2010), el Aprendizaje Basado en Investigación (ABI), es un enfoque didáctico que permite hacer uso de estrategias de aprendizaje activo para desarrollar en el estudiante, competencias que le permitan realizar una investigación creativa en el mundo del conocimiento; su propósito es vincular los programas académicos con la enseñanza [12].

El ABI desarrolla un ambiente propicio para el aprendizaje, porque permite abrir un abanico de incertidumbre en el estudiante, además se origina en él un proceso de indagación, manteniéndolo activo y motivado durante todo el proceso.

En la siguiente figura se muestran las características y ventajas que se pueden obtener al aplicar el ABI:

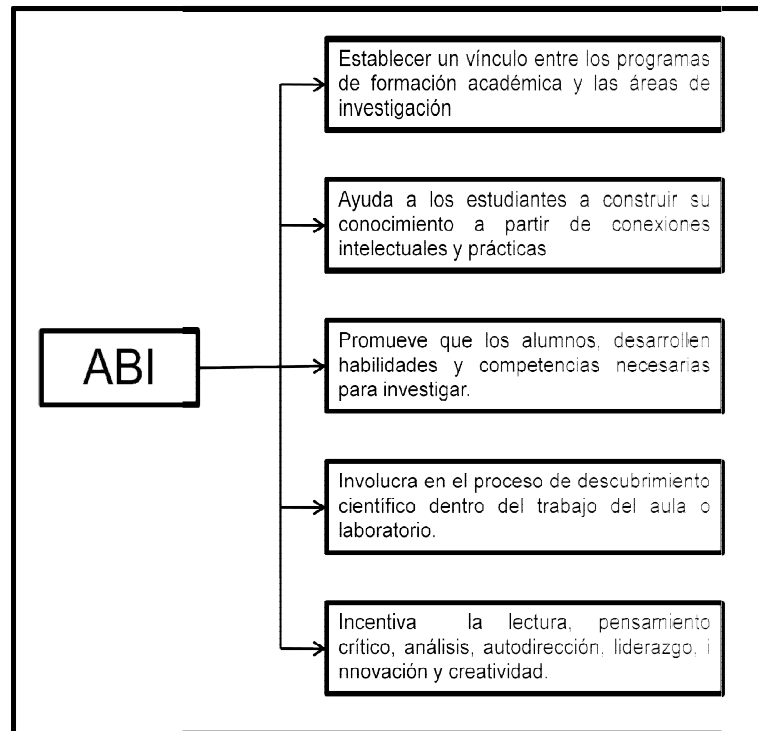


Figura 2.3.1- Características del ABI.

Fuente: Adaptado del aprendizaje basado en investigación del Tecnológico Monterrey (2010).

En esta metodología se aplica una variedad de estrategias con el propósito de relacionar la investigación con la enseñanza, también están presentes elementos importantes para el ABI como son: la responsabilidad, comunicación, uso de recursos informáticos, competencias informativas, etc.

Dentro del desarrollo de esta metodología existe una variedad de actividades que deben desarrollarse con la finalidad que la intervención sea exitosa o los resultados que se obtengan al final de la metodología sean coherentes y exista diferencia significativa cuando se compare con otra.

En la tabla 2.3.1, se muestran los responsables y las actividades que deben realizarse durante el proceso del ABI, para cada uno de los involucrados:

Tabla 2.3.1- Actividades que se realizan cuando se aplica el ABI.

Pasos	Responsables	Actividades
1	Institución	Establecen los cimientos de la interacción entre los miembros de la comunidad o institución educativa, se genera la construcción sólida del conocimiento.
2	Estudiantes	Pensadores autónomos, forman su propia comprensión del mundo.
3	Profesor	Decide el problema de investigación, toma el nombre de guía de la clase.
		Promotor del desarrollo de competencias de investigación en estudiantes.
4	Profesores - Estudiantes	Se reduce el contenido y se incrementa el diseño y aplicación de la investigación.
5	Profesor - Institución	Presentan los resultados de la investigación, a la comunidad
6	Institución	Autoevalúa y coevalúa el proceso y los resultados de aprendizaje.

Fuente: Adaptado del aprendizaje basado en investigación de Sánchez & Buendía (2005)

Según Flores (2015), el ABI se presenta en cuatro niveles:

En la investigación confirmadora: los estudiantes reciben la pregunta de investigación y el procedimiento para ejecutar el experimento; en esta los resultados ya son conocidos.

En la investigación estructurada: los estudiantes reciben la pregunta de investigación y el procedimiento; sin embargo, ellos generan la explicación del fenómeno que experimentan.

En la investigación guiada por el profesor: entrega a los estudiantes la pregunta de investigación y ellos diseñan el procedimiento para probar la pregunta y las explicaciones a las evidencias encontradas.

En la investigación abierta: los estudiantes tienen la oportunidad de actuar como científicos, generando las preguntas, diseñando el experimento y comunicando los resultados.

2.3.1 ROL DEL PROFESOR EN EL ABI.

Dentro de este proceso de aprendizaje, el profesor asigna una tarea y facilita el desarrollo, pero son los estudiantes quienes persiguen su propia línea de investigación y recurren a los conocimientos que ya han adquirido, para luego identificar sus necesidades de aprendizaje. Para tal efecto, buscan evidencia relevante y se hacen responsables de su análisis y adecuada presentación, ya sea como miembros de un grupo o como individuos apoyados dejando atrás los lineamientos de un profesor tradicional.

Sin embargo ser el líder de un grupo de estudiantes en el desarrollo e implementación del ABI es una labor compleja e interesante, por lo que es muy importante que el profesor tenga una motivación especial para transmitir el gusto de conocer y guiar a los estudiantes de la mejor manera.

Para llevar a cabo eficazmente esta labor el profesor debe reunir ciertas características en cuanto a conocimientos, habilidades y actitudes. El Tecnológico Monterrey (2010), presenta algunas recomendaciones para un profesor que espera incorporar en su curso el aprendizaje basado en investigación:

- Reconocer la importancia y trascendencia del trabajo en cuanto a la formación que los estudiantes están desarrollando, así como la confianza y conciencia plena de las posibilidades reales que las ideas de los estudiantes pueden tener para el desarrollo de conocimiento nuevo.
- Involucrar a los estudiantes en el descubrimiento a través de su propia investigación, no solo con lecturas seleccionadas por el profesor.
- Valorar el proceso de investigación, no solo el producto.
- Motivar y guiar a los estudiantes en el uso de servicios y recursos de biblioteca.

- Trabajar en colaboración con bibliotecarios y con otros profesores.
- Incorporar en el diseño del curso espacios donde los estudiantes tengan oportunidad de comunicar el resultado de su trabajo de investigación

2.3.2 ROL DEL ESTUDIANTE EN EL ABI.

El sujeto que más acción tiene dentro del proceso es el estudiante; Por lo tanto, es importante que cumplan con las siguientes características:

- Compromiso con el trabajo en equipo
- Capacidad de aprender por cuenta propia
- Uso de documentación ordenada
- Trabajar individualmente y en grupo.
- Formular preguntas relevantes
- Gusto por la resolución de problemas.

Además algo muy diferente son las funciones que va a realizar en el desarrollo de la metodología, El rol que cumplen los estudiantes son:

- Identificar problemas o situaciones que requieren investigación.
- Escoger la metodología más adecuada para investigar alternativas de solución.
- Analizar información o datos.
- Utilizar pensamiento inductivo
- Formular inferencias y conclusiones mediante un proceso de investigación con rigor científico.
- Generar evidencias con base en la investigación.
- Teorizar acerca de posibles soluciones

El siguiente gráfico muestra un esquema de resumen de las actividades que debe realizar el estudiante cuando se aplica el ABI.

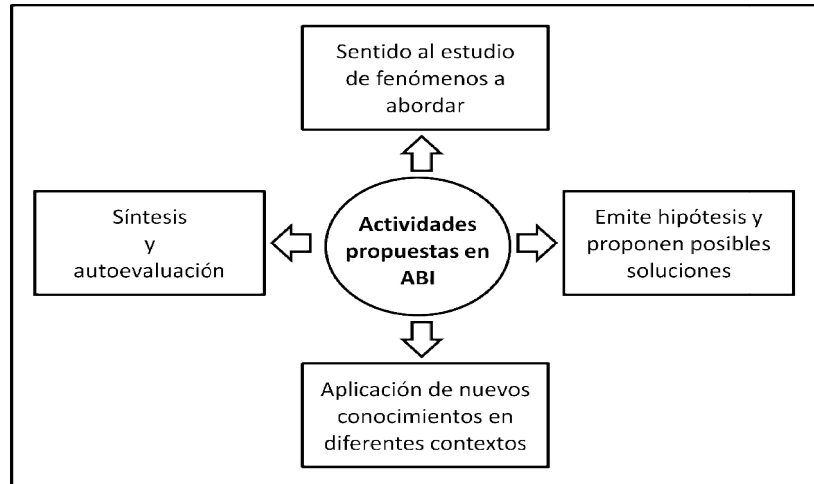


Figura 2.3.1.1- Esquema de las actividades que debe realizar el estudiante en el ABI.
Fuente: Adaptado del aprendizaje basado en investigación del Nieto (2013).

2.3.3 Diferencias entre el aprendizaje basado en investigación y la metodología tradicional.

El aprendizaje basado en investigación representa un cambio en la enseñanza, consiste en priorizar la indagación y el aprendizaje activo para que el estudiante sea quien descubra, analice y aprenda, rompiendo el paradigma que el profesor es el único que transfiere el conocimiento.

La siguiente tabla presenta las diferencias entre una clase tradicional y una clase con enfoque ABI:

Tabla 2.3.3.- Diferencias entre el método tradicional y el aprendizaje basado en problemas

Clase Tradicional	Clase aplicando ABI
El profesor es el experto.	El profesor actúa como facilitador, guía, o asesor.
El profesor transmite información a sus estudiantes.	Los estudiantes son responsables de su aprendizaje.
El profesor selecciona los libros, lecturas específicas de acuerdo al contenido de la materia.	El profesor estimula a los estudiantes a buscar información e integrar lo que encuentran.
Los estudiantes son receptores pasivos de la información.	El profesor direcciona al estudiante a convertirse en un miembro activo de la clase apoyando y guiando en la búsqueda de una solución al problema planteado.
Los estudiantes trabajan en forma independiente.	Los estudiantes conforma grupos, con la finalidad de interactuar sus pares, haciendo preguntas, lo que facilita la retroalimentación en forma inmediata.
Los estudiantes son individualista, pocas veces hay interacción.	Los estudiantes experimentan el aprendizaje en un ambiente colaborativo.
Los profesores tiene poca comunicación con el estudiante por corto tiempo que tiene para reflexionar acerca de lo enseñado.	Los estudiantes trabajan en equipos para resolver cualquier tipo de problema o algún caso que amerite una solución.

Fuente: Adaptado de Baptiste, Sue (2003), A Self-Directed Journey”

La tabla anterior menciona varios aspectos positivos para aplicación del ABI en referencia a la metodología tradicional, aunque no se deben crear barreras para desacreditarla, porque es la metodología que al momento más se utiliza en las clases de ciencias a nivel superior (Anzules, 2013).

2.4 TRANSFORMACION DE LA CLASE EN LABORATORIO DE FISICA.

Las prácticas de laboratorio de las instituciones educativas de nivel superior de nuestro país, no están diseñadas para que el estudiante sea quien desarrolle su propio conocimiento, esto se debe porque la mayoría piensan que el propósito del trabajo de laboratorio es seguir instrucciones y obtener datos, por lo que se concentran en la idea de manipular instrumentos más que manejar ideas (Hofstein y Lunetta, 2004) [13].

Adúriz (2003), hace referencia a las prácticas tradicionales de laboratorio como: “una simple transmisión de conocimientos, sin apenas un trabajo experimental real, más allá de algunas recetas de cocina” [14]. Aunque este modelo tradicional ha sido acogido ampliamente por las instituciones y profesores, quienes lo han encontrado fácil en el sentido que solo ven necesario contar con una buena preparación y una minuciosa explicación de la práctica.

Es muy importante reconocer los logros y avances que ha tenido la educación, pero estos cambios aún no son notorios en las clases de laboratorios de Física Experimental, de tal forma que se necesita utilizar herramientas metodológicas que ayuden a los estudiantes a mejorar en su aprendizaje.

Transformar las clases de laboratorio es hacer que los estudiantes inicien un nuevo trabajo de investigación experimental a partir de la formulación de preguntas, de su capacidad para analizar, de su discusión en referencia a lo que se observa; de tal forma que lo aprendido lo relacione con problemas reales y reflexione con sus propias conclusiones.

A continuación la figura 2.4.1.- muestra un esquema general de un nuevo enfoque para las clases de laboratorio:

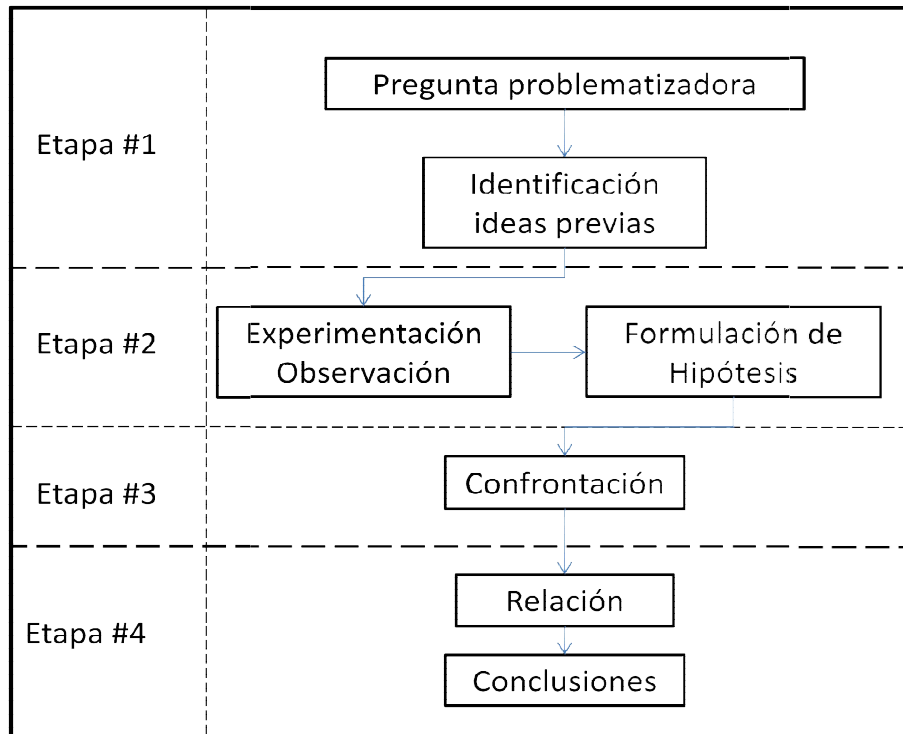


Figura 2.4.1.- Esquema de la transformación del nuevo enfoque alternativo de las prácticas de laboratorio.

Fuente: Adaptado del trabajo las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica, Nieto (2013).

2.5 ABI APLICADO A CLASE DE LABORATORIO DE FÍSICA.

El aprendizaje basado en investigación es una estrategia importante dentro de las clases de laboratorio de Física, esta metodología se aplica de manera secuencial que inicia con una breve explicación teórica, para dar paso a la ejecución del experimento por parte de los estudiantes.

La diferencia a las prácticas tradicionales con respecto al ABI, es que los estudiantes utilizan una guía de laboratorio abierta con instrucciones bien estructuradas. Según Flores (2015), esta debe promover la investigación y mejorar las habilidades investigativas de los estudiantes y está compuesta de varias secciones[15] como muestra la siguiente tabla :

Tabla 2.5.1- Estructura de una guía de laboratorio abierta.

Título	Tiene que ser amplio para que los estudiantes tengan más espacio para el descubrimiento.
Información	No tiene que interferir con el descubrimiento que el estudiante tiene que hacer en el laboratorio.
Preguntas de investigación	Son generadas completamente por los estudiantes; sin embargo, el profesor puede orientar al estudiante para que no haga la pregunta demasiado amplia.
Materiales	Deben ser suministrados de manera general por parte del profesor, lo que hacen los estudiantes con los materiales es decisión de ellos.
Procedimiento	Debe ser una lista general de tareas, no sus pasos específicos.
Datos	Deben ser construidas por los estudiantes en base a las mediciones que ellos han realizado.
Gráficos	Deben ser construidos por los estudiantes en base a los datos tomados.
Conclusiones	Las conclusiones para una guía de laboratorio abierta deben estar fundamentadas en los datos recolectados y en las observaciones realizadas.

Fuente: Tomado la Guía de Laboratorio Abierta y su Efecto en el Aprendizaje, Flores (2015).

Cada grupo debe hacer uso de esta guía que realmente es muy general, dejando al estudiante en una forma no muy habitual de trabajo, quien inicialmente se sentirá incómodo porque la forma de trabajar en el laboratorio demanda más esfuerzo y compromiso. Es en esta parte que inicia la labor del profesor, quien debe situar al estudiante en el centro de un proceso activo de descubrimiento personal y de análisis crítico, compartiendo y formulando preguntas y haciendo uso de distintos recursos teóricos, metodológicos y técnicos. La consecuencia de un trabajo bien realizado por parte del profesor, es lo que dará al estudiante motivación para que se conecte al desarrollo de la práctica, de tal manera que seguirá con el procedimiento más adecuado para resolver el problema de partida.

Otra diferencia es que los equipos e instrumentos de la práctica no se los entrega al estudiante ensamblados para hacer el experimento, el debe buscar la manera de hacerlo. Pedaste (2015), indica que durante todo este proceso cuando se aplica el ABI los estudiantes atraviesan las fases propias de la investigación científica, desde el establecimiento del tema de investigación, pasando por el establecimiento de objetivos e hipótesis, conceptualización y operacionalización, revisión de la literatura especializada, diseño metodológico, análisis de datos y redacción de informe final[16].

2.6 PRUEBA “T” STUDENT

En el Blog Estadístico (2013), se 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 de dos grupos diferentes [17].

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 a aceptar es de $p < 0.05$ (nivel de significación) que es un valor común utilizado.

Es necesario tener en cuenta los factores que contribuyen para indicar si la diferencia entre dos medias se puede considerar significativa:

- La probabilidad de que exista una diferencia estadística significativa dependerá de cuanto mayor sea la diferencia entre las dos medias.
- Es de gran importancia el tamaño de las muestras para determinar la dignificación de la diferencia entre las medias. Para que las medias sean más representativas y estables es necesario que se aumente el tamaño de la muestra; para este proyecto utilizaremos una muestra de 60 estudiantes separados en dos grupos.

2.9.1. Prueba t de Student para dos muestras relacionadas

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 la muestras son emparejadas de acuerdo a unas variables para el control de su efecto. (Departamento de Matemáticas Aplicadas, 2016)[18].

Para este trabajo de investigación se utilizó la prueba t de Student para dos muestras relacionadas, ya que se elaborará una prueba de entrada y una prueba de salida para comprobar el rendimiento de los estudiantes a los que se les aplicó la metodología ABI.

2.10. EL FACTOR DE HAKE

En muchas investigaciones educativas se utiliza el factor de Hake (h) cuya fórmula es:

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

Este indicador estadístico muestra lo que han aprendido los estudiantes dentro de la metodología aplicada, durante una clase de laboratorio de Física.

El factor de Hake utiliza los siguientes rangos:

- alta ganancia ($\geq 0,7$),
- media ganancia ($0,7 > g \geq 0,3$)
- baja ganancia ($< 0,3$).

Este factor muestra la diferencia que existe en el rendimiento de los estudiantes que se aplico la clase experimental de forma tradicional comparado con los que recibieron la metodología ABI.

CAPÍTULO III MÉTODO

3.1. SUJETOS

Para la presente investigación participaron estudiantes tanto hombres como mujeres cuya edad está comprendida entre 18 a 23 años, dichos estudiantes están registrados en el segundo semestre de las carreras de Ingeniería de una Universidad de la Provincia de Manabí, que estaban tomando la asignatura de laboratorio de Física II durante un periodo regular.

El total de estudiantes que formaron parte de este estudio fue de 60 y fueron distribuidos en dos grupos, al primero se lo identificó como grupo experimental (GE = 30), fue a quienes se aplicó la metodología ABI y el otro grupo llamado de control (GC = 30), recibió la instrucción sin metodología. No se realizó ninguna selección aleatoria de los estudiantes, pues son grupos naturales ya que fue la propia institución académica superior la encargada de la asignación de los grupos de estudiantes, por lo cual los grupos se consideraron como grupos intactos.

3.2 LA TAREA Y MATERIALES

La tarea instruccional utilizada para este estudio fue la práctica experimental de la unidad de dilatación térmica, a la cual se le dedicó un tiempo de 4 horas. Como se mencionó antes, se establecieron dos grupos intactos bien definidos, uno experimental (GE) al cual se le aplicó la estrategia ABI y el grupo de control (GC) el cual trabajó la unidad solo con la metodología tradicional. El tiempo de instrucción y el contenido de la práctica de laboratorio fue el mismo para todos los grupos de estudio. El grupo experimental recibió además, material instruccional relacionado con el ABI que es la guía de laboratorio abierta (anexo 2), el mismo que fue diseñado para cubrir una sección específica del contenido de la materia, es decir, el capítulo relacionado con dilatación térmica.

Además, con la finalidad de medir el rendimiento académico, se empleó como instrumento de evaluación, un test compuesto de 10 ítems relacionados con la dilatación térmica (Anexo 3), Este cuestionario se aplicó antes y después de la instrucción a ambos grupos. Esta prueba fue elaborada tomando como referencia las citas bibliográficas utilizadas en el currículo de la asignatura. Además se tomaron como referencia los parámetros establecidos por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa aplicando el instructivo para la elaboración de pruebas de ítems de opción múltiple (INEVAL, 2013) [19].

3.3. VARIABLES

En este trabajo investigativo las variables que se estudiaron fueron:

3.3.1. Variable independiente.

La variable independiente es el método de enseñanza empleada con dos niveles: La primera es utilizando la metodología aprendizaje basado en investigación y sin aprendizaje en investigación o metodología tradicional .

3.3.2. Variable dependiente.

La variable dependiente para este trabajo de investigación es el rendimiento académico de los estudiantes sobre el aprendizaje de dilatación térmica.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para analizar el efecto del ABI en el rendimiento de los estudiantes en el estudio de dilatación térmica, se realizó una investigación con un diseño cuasi-experimental de grupos intactos. El esquema se estableció de la siguiente manera:

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

Dónde:

X= tratamiento

O₁ y O₃= mediciones de la prueba de entrada de la variable dependiente

O_2 y O_4 = mediciones de la prueba de salida de la variable dependiente

En este diseño se dispone de dos grupos, uno experimental y otro de control. En el grupo experimental se realizaron las observaciones O_1 y O_2 , donde O_1 corresponde a la medida aplicada por la prueba de entrada y O_2 corresponde a la medida que se registra por la prueba de salida, X representa el tratamiento aplicado, que en este caso es la metodología ABI.

De igual manera tenemos las O_3 y O_4 , que constituyen las observaciones hechas en el grupo de control sin ABI para medir el rendimiento académico.

3.5. PROCEDIMIENTO

A continuación se describe el desarrollo de las actividades que se realizaron para llevar a cabo la presente investigación.

Grupo de control

Al inicio en la primera sesión se les entregó a los estudiantes un test, con preguntas relacionadas a los temas de dilatación térmica para determinar cuáles son las ideas previas, el tiempo de duración de dicha prueba no fue superior a 30 minutos. Luego el profesor expuso los conceptos que involucran el estudio del tema de dilatación térmica durante 45 minutos. Finalmente se conformaron los grupos de laboratorio y se procedió a entregar el folleto guía práctica tradicional (Anexo 1),, esto tomó un tiempo de 45 minutos.

Para la segunda sesión, el grupo de control recibió la clase de laboratorio de forma tradicional con actividades centradas generalmente en el docente y en el seguimiento del folleto de guía de la práctica, cubriendo todo lo relacionado con el experimento de dilatación térmica como parte del currículo de la asignatura de laboratorio de Física II, esto se ejecutó en tiempo de 120 minutos. Finalmente se realiza la prueba de salida a los estudiantes, en el Anexo 5, se encuentra de forma detallado del plan de actividades ejercidas al grupo de control.

Grupo Experimental

En la primera sesión del grupo experimental se les entregó a los estudiantes un test, con preguntas relacionadas a los temas de dilatación térmica para determinar cuáles son las ideas previas, de la misma forma que el grupo de control no duró más de 30 minutos.

Esta metodología era nueva para los estudiantes y no tenían una experiencia previa con la forma de trabajar con ABI, Por lo que en el primera sesión se realizo una capacitación de 40 minutos antes de aplicar la intervención, para familiarizarlos con la metodología y definir cuál es el rol del estudiante y profesor dentro del laboratorio, luego se indicó detalladamente cada una de las fases del proceso, de acuerdo con la planificación presentada en el (Anexo 6). Finalmente se entregaron los recursos que van a utilizar en la práctica, entre los cuales está una guía de laboratorio abierta (Anexo 2), además se conformaron los grupos de laboratorio, tomando un tiempo de 50 minutos. dando fin a la primera sesión.

La siguiente sesión que se realizó al grupo experimental fue para realizar la práctica en el laboratorio, durante la intervención se desarrollaron actividades para aplicación de la instrucción ABI, utilizando una guía de laboratorio abierta que es parte de la metodología; esto tomó un tiempo aproximadamente de 120 minutos. En el Anexo 6, se encuentran todos los detalles realizados para crear el escenario ABI dentro de la práctica experimental.

Finalmente después de terminar la intervención de la metodología ABI, se receptó la prueba de salida de dilatación térmica.

Es oportuno destacar que las clases de laboratorio fueron impartidas a ambos grupos por el mismo profesor, además con los resultados obtenidos en estos test se realizó un análisis estadístico-descriptivo, para determinar el rendimiento obtenido por los estudiantes del grupo experimental frente al grupo de control y comprobar las hipótesis propuestas.

3.6. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó por medio de un análisis estadístico de los resultados obtenidos en las pruebas de entrada y salida, para esto se utilizó como herramienta el software para análisis estadístico "R".

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, con el objetivo de buscar un contraste entre las hipótesis sobre las medias de la población utilizada en esta investigación que siguen una distribución normal. Esta técnica de análisis de datos se utiliza para muestras menores o iguales a 30. También se utilizó la prueba “Factor de Hake” para evidenciar la ganancia del aprendizaje entre las pruebas de entrada y salida de esta investigación.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE CONOCIMIENTO

Luego de aplicar los instrumentos de evaluación a los grupos de estudio, se procedió a realizar la tabulación de datos, a continuación se muestran los datos que fueron obtenidos de las pruebas de entrada y salida:

Tabla 4.1.1 Valores obtenidos de las pruebas de dilatación térmica, aplicadas a los Grupos de Control y experimental

N° Muestras	Grupo de control		Grupo experimental	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
1	5	15	7	12
2	6	8	8	16
3	9	10	10	10
4	5	13	9	13
5	7	9	7	14
6	9	8	9	18
7	10	12	10	15
8	5	9	11	14
9	6	7	16	14
10	9	8	7	18
11	10	9	5	14
12	6	9	6	14
13	5	11	4	16
14	9	10	9	12
15	8	9	6	18
16	7	10	7	14
17	10	10	9	15
18	10	8	15	16
19	5	11	7	18
20	9	12	5	12
21	8	8	4	20
22	7	10	4	16
23	5	6	7	15
24	9	9	17	18
25	6	11	15	14
26	8	11	10	15
27	10	12	9	14
28	5	11	8	17
29	8	19	4	16
30	9	9	5	17

Fuente: Realizado por Jorge Holguin Anzules.

Para poder analizar las hipótesis planteadas en esta investigación se procedió a realizar la tabulación y análisis estadístico de los datos obtenidos de las prueba de dilatación térmica aplicadas al grupo de control y experimental, utilizando el programa R-project (Anexo 7).

La tabla 4.1.1 muestra el número de sujetos, además de la desviación estándar, la media, la calificación más alta, la calificación más baja, y el rango de las calificaciones de las pruebas de entrada y salida realizadas al grupo de control.

Tabla 4.1.1.- Datos estadísticos de las pruebas realizadas al Grupo de Control.

Pruebas	Sujetos	Media	Desviación estándar	Calificación mas alta	Calificación mas baja	Rango
Entrada	30	7.5	1.87	10	5	5
Salida	30	10.13	2.52	19	6	13

Fuente: Realizado por Jorge Holguin Anzules.

La tabla 4.1.2 muestra el número de sujetos, además de la desviación estándar, la media, la calificación más alta, la calificación más baja, y el rango de las calificaciones de las pruebas de entrada y salida realizadas al grupo experimental.

Tabla 4.1.2.- Datos estadísticos de las pruebas realizadas al Grupo experimental.

Pruebas	Sujetos	Media	Desviación estándar	Calificación mas alta	Calificación mas baja	Rango
Entrada	30	8.33	3.58	17	4	13
Salida	30	15.17	2.25	20	10	10

Fuente: Realizado por Jorge Holguin Anzules.

En la figura 4.1.2 se puede hacer una comparación de las medias de las calificaciones obtenidas en las pruebas de entrada y salida de ambos grupos.

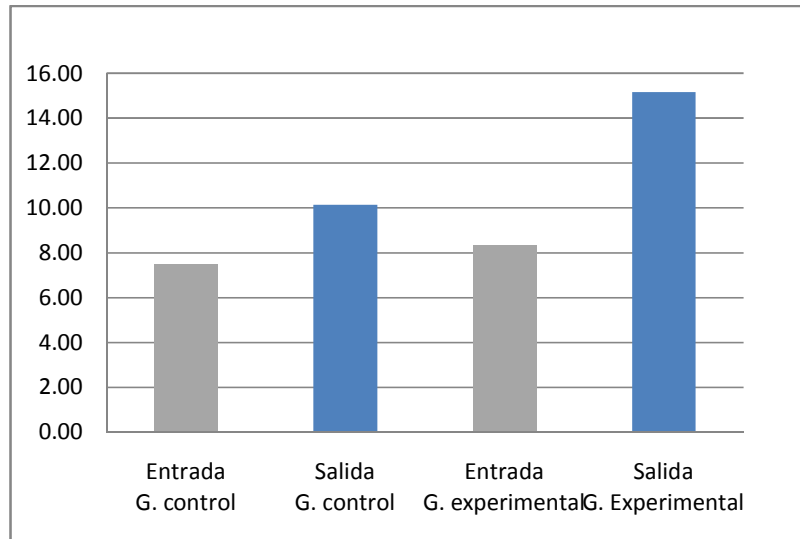


Figura 4.1.1.- Promedios de las pruebas receptadas a los grupos de estudio

Fuente: Realizado por Jorge Holguin Anzules.

A continuación se muestra los valores obtenidos de la aplicación de la prueba t de Student emparejada para poder hacer la comparación de medias, permitiendo establecer posibles diferencias significativas en las calificaciones obtenidas antes y después de la intervención. Este resultado permitirá determinar si la hipótesis relacionada con el rendimiento académico tiene validez; para el proceso de datos se utilizó el programa R (Anexo 7).

La tabla 4.3 presenta la evaluación de la t de Student de diferencia de medias entre los grupos de control y experimental, con una significación del 5%.

Tabla 4.1.3.- Resultados de la prueba t de Student de las pruebas de salida de los grupos de Control y Experimental

Valor estadístico t	7.288
Grados de libertad	29
Valor - p	5.011e-08
intervalo de confianza 95%	Inferior 3.620831
	Superior 6.445835
Diferencias de medias	5.033333

Fuente: Realizado por Jorge Holguin Anzules.

4.2. RESULTADOS DE LA GANANCIA DE HAKE

La ganancia normalizada promedio $\langle g \rangle$, es el cálculo para verificar el aprendizaje en ambos grupos en las pruebas de conocimientos antes y después de la intervención, para lo cual se empleó la siguiente ecuación:

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

Obteniendo los resultados que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.8. Resultados obtenidos del Factor de Hake

	GRUPO DE CONTROL	GRUPO EXPERIMENTAL
Media de la Prueba de Entrada (pretest)	7.5	8.33
Media de la prueba de Salida (postest)	10.13	15.17
Puntaje máximo a obtener una prueba	20	20
Factor de Hake (g)	0.2167	0.5857

Fuente: Realizado por Jorge Holguin Anzules.

Según los datos de la tabla anterior se indica que el grupo de control obtuvo una ganancia de 0,2167 y el grupo experimental es de 0,5857. En la siguiente figura se muestra una comparación entre los valores de ganancia obtenidos en ambos grupos:

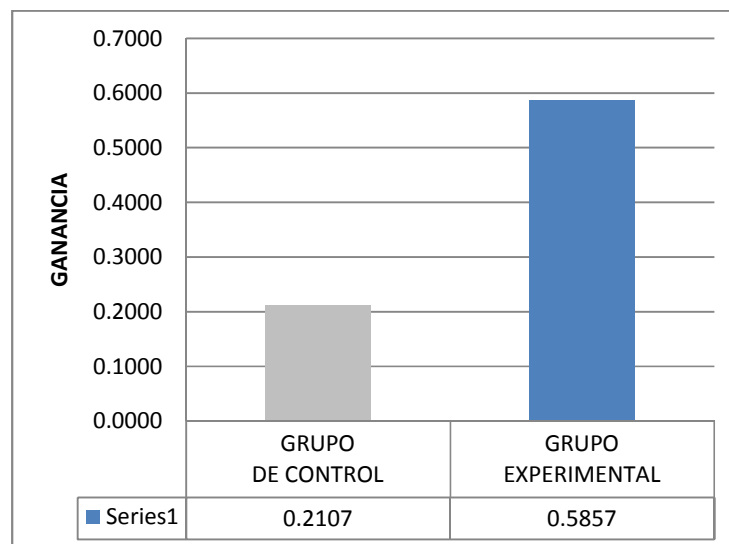


Figura 4.1.2.- Comparación de ganancias de aprendizaje obtenidos en ambos grupos.

Fuente: Realizado por Jorge Holguin Anzules

CAPÍTULO V DISCUSIÓN

5.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CONOCIMIENTOS.

El primer análisis realizado se enfoca en las pruebas de entrada de ambos grupos, donde las notas son relativamente cercanas, los datos promedios obtenidos en la prueba de entrada del grupo de control y experimental son 7.50 y 8.33 respectivamente; para realizar una comparación de estos dos valores se aplicó la prueba t de student obteniendo $p = 0.2509$ y $t = 1.1716$, lo que indican es que no existe diferencia significativa en los conocimientos previos de los estudiantes relacionado al contexto de dilatación térmica, mostrando una homogeneidad de los grupos.

El segundo análisis que se realizó fue a las pruebas de salidas de ambos grupos, en este caso las notas promedios son 10.13 para el grupo de control y 15.17 para el grupo experimental, esto indica que hay una diferencia considerable en ambos valores. Las notas del grupo experimental que son a quienes se aplicó la metodología ABI en la clase de laboratorio son mucho mayores, en referencia al grupo que recibió la instrucción de forma tradicional.

Esta diferencia permite evidenciar que el grupo experimental asimiló de mejor manera los conceptos de dilatación térmica en la práctica de laboratorio durante la intervención, atribuyendo esta mejora en rendimiento a la metodología ABI; la estrategia instruccional aplicada permite al estudiante mantenerlo como sujeto activo e independiente, desarrollando sus habilidades para descubrir cosas por su propia cuenta y no depender del profesor y como consecuencia lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes. Además es importante mencionar que estudios recientes han encontrado que el aprendizaje activo incrementa el desempeño de los estudiantes en ciencias, ingeniería y matemáticas (Freeman, 2014).

5.2. ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS

Es importante determinar la existencia de una diferencia significativa entre el grupo de control y experimental, esto es lo que permitirá analizar el efecto de la metodología aplicada.

Para poder obtener lo mencionado en el párrafo anterior se procedió a aplicar la prueba t student a los datos de la prueba de salida de ambos grupos con un nivel de confianza del 95%. Los resultados se mostraron en la tabla 4.1.3, donde indica un valor $p = 5.011e-08$ que es mucho menor que 0.05, estadísticamente lo que se interpreta que si existe una diferencia significativa en ambos grupos. El valor de t es igual a 7.288 y se encuentra en zona de rechazo ($-2.0452 < t \text{ estadístico} < 2.0452$). En referencia con este análisis la hipótesis nula es rechazada a favor de la hipótesis alternativa, esto evidencia que aquellos estudiantes que utilizan la estrategia metodológica ABI tienen mayor rendimiento académico comparado con los estudiantes que siguen una metodología tradicional, en el estudio de dilatación térmica.

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Los estudiantes de ingeniería a los que se aplicó el ABI, obtuvieron un mejor rendimiento en el aprendizaje de dilatación térmica, en comparación con los estudiantes que no recibieron intervención alguna.
- En esta metodología se utilizaron dos herramientas fundamentales que son parte del ABI: la investigación guiada y la guía de laboratorio abierta; el uso de estos recursos permitieron el desarrollo de forma continua y acertada de la práctica de laboratorio, además el compromiso que asumió el estudiante en su rol de investigador fue indispensable, de la misma manera la asistencia del profesor como facilitador y guía fue fundamental para permitir el desarrollo de la práctica de laboratorio.
- La falta de información indujo a los estudiantes a colaborar con su compañero para realizar el experimento de dilatación térmica. Se observó que los estudiantes se mostraron más abiertos al aprendizaje, descubriendo por su propia cuenta aspectos interesantes acerca de este capítulo de Física Experimental, a pesar de que existieron algunos que se resistieron al cambio..
- El ABI transformó una clase experimental en grupos de estudiantes que aprendieron mediante la indagación y el diálogo, además generaron conocimiento relevante de dilatación térmica integrando la investigación con el aprendizaje.

6.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los datos obtenidos en este trabajo de investigación, es indispensable presentar las siguientes recomendaciones:

- Implementar esta herramienta como estrategia alternativa de enseñanza, debido a los resultados positivos obtenidos en esta investigación, de esta forma los docentes pueden innovar las clases experimentales de Física y no depender solo de la metodología tradicional.
- La guía de laboratorio abierta que se utiliza en esta metodología ABI, debe estar diseñada de tal forma que promueva la investigación y desarrolle las habilidades investigativas en los estudiantes, considerando el tiempo que se emplea en la clase experimental.
- Es importante identificar los factores que pueden afectar el proceso de intervención del ABI, con la finalidad que sean superados cuando se presenten en el desarrollo de la práctica, estos factores pueden ser: el tiempo que dura el experimento y la resistencia al cambio en los estudiantes e incluso en los mismos profesores; además es indispensable se establezcan los roles del profesor y estudiante con anticipación.
- Esta investigación deja en manifiesto algunas frustraciones en referencia al trabajo grupal, que a pesar de ser una experiencia aceptable, se aconseja seguir investigando en las estrategias más eficaces para la configuración de grupos de trabajo; de tal forma que esto no sea impedimento cuando se aplica alguna intervención metodológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Becerra, 2005). Construyendo una estrategia metodológica participativa en el curso de Geometría del currículo de formación del docente integrador. *Una experiencia con Investigación. Acción en el Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas.*

(Mora 2009). Proceso de aprendizaje y enseñanza basado en la investigación. Ideas pedagógicas didácticas de aprendizaje y enseñanza. *Instituto Internacional de Integración Convenio Andrés Bello.*

(Maab y Doorman, 2013). A model for a widespread implementation of inquiry-based learning. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education.*

(Jonassen, David h. 1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational Technology Publications Englewood Cliffs, NJ, USA. Pag 139.*

(Ñeco, 2005). El rol del maestro en un esquema pedagógico constructivista. Recuperado el 14 de Diciembre del 2016, de Ponencia presentada en el VI Encuentro Internacional y I Nacional de Educación y Pensamiento: http://uocmaster-ruo1.wikispaces.com/file/view/el_maestro_constructivista.pdf

(Noel Entwistle, 1988). La comprensión del aprendizaje en el aula ed. Paidós- Ministerio de Educación y Ciencia: Madrid; Col. Temas de educación/10. trad. Iris Menéndez, p.136.

(González, 2000). La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo, *centro de recursos para el aprendizaje, Cali - Colombia.*

(Jerez, 2008). Comprendiendo el Enfoque de Competencias. *Ed. Carmen Paya. Santiago: Corporación Sofofa.*

Sierra (2012). Aprendizaje activo como mejora de las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje. Universidad pública de Navarra,

(Silvia & Asunción, 2007). Resistencia de los alumnos al aprendizaje activo, *I Jornadas de Innovación Docente, Tecnologías de la Información y la Comunicación e Investigación Educativa en la UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.*

(Instituto Tecnológico Monterrey, 2010) “El Aprendizaje Basado en Investigación (ABI) - Tecnicas Didacticas”. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. ITESM. Recuperado el 20 de Noviembre de 2017, de http://www.itesca.edu.mx/Metodo_Aprendizaje_Basado_en_Investigacion.

(Bravo, 2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *En Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2, Nº 3. Aprendizaje, 55, 13-28.*

(Freeman, McDonough, Smith, Okoroafor, Wenderoth, 2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academies of Science. 111(23).*

(Cardona, 2013). las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica, instituto de educación y pedagogía, licenciatura básica en ciencias naturales con énfasis en medio ambiente, Santiago de Cali, Septiembre de 2013.

(Pedaste, 2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47-61.

(INEVAL, 2013). *INEVAL*. Recuperado el 25 de Febrero de 2017, de http://www.marianosuares.edu.ec/pdfs/elabora_items.pdf.

(Blog Estadístico 2013). *Blog Estadístico*. Obtenido de <http://elestadistico.blogspot.com/2013/01/prueba-estadistica-t-de-student.html>.

(Gómez, Danglot, Vega, L. 2013). “Cómo seleccionar una prueba estadística”. *Revista Mexicana de Pediatría*. Vol. 80, No. 2, pp.8. Recuperado el 18 de Enero de 2017, de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2013/sp132g.pdf>.

Díaz y Hernández (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.

(Zemansky, 2009). Calor y temperatura, Expansión térmica. S. Zemansky, *Física Universitaria* (pág. 576). México: Pearson Educación.

(Córdova, 2015). La evaluación de los estudiantes: Una discusión abierta. *Revista Iberoamericana de Educación*, 4.

Ramírez (2011). *eumed.net*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2015, de http://www.eumed.net/libros-gratis/2011d/1021/evaluacion_formativa.html

Color abc (2008). Recuperado el 28 de Diciembre de 2015, de <http://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/caracteristicas-de-la-evaluacion-formativa-1062356.html>

Coello (2015). *Maestría en Desarrollo Pedagógico*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2015, de <http://www.uovirtual.com.mx/moodle/lecturas/meteva/1/1.pdf>

Sánchez (2014). *SlideShare*. Recuperado el 2015 de Diciembre de 29, de <http://es.slideshare.net/maricelaguzmancaceres/ventajas-y-desventajas-de-la-evaluacin-formativa-en-el-aula>

Chusin (2011). *Scribd*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/50572422/MODELO-TRADICIONAL-1#scribd>

Soto (2004). *SlideShare*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2015, de <http://es.slideshare.net/lili369/aprendizaje-de-conceptos>

Fingernarr (2010.) *La guía*. Recuperado el 298 de Diciembre de 2015, de <http://educacion.laguia2000.com/aprendizaje/aprendizaje-de-conceptos>

Tomas (2011). *El Psicoasesor*. Recuperado el 30 de Diciembre de 2015, de <http://elpsicoasesor.com/teoria-del-aprendizaje-significativo-david-ausubel/>

Vásquez (2013).*SlideShare*. Recuperado el 29 de Diciembre de 2015, de <http://es.slideshare.net/josevazquez7503/tipos-de-evaluacin-educativa-24819024>

(Martínez, 2012). La Evaluación Formativa del aprendizaje en el aula en la biografía en inglés y francés. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 2.

(Herrera, 2009). La evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Innovación y Experiencias Educativas*, 2.

(Vargas, 2004). El valor de la evaluación del aprendizaje. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo - Coordinación de Innovación Educativa, 3.

Bonwell, C. & Eison, J. (1991). Active learning: Creating excitement in the classroom, "ASHEERIC Higher Education Report No. 1, George Washington University, Washington, DC.

Dillenbourg, P. (1991). What do you mean by "collaborative learning?" En P. Dillenbourg (ED, Collaborative learning: Cognitive and computational approaches. Oxford: Elsevier.

ANEXOS

ANEXO 1: Herramienta de trabajo para el grupo de control.

ANEXO 2: Herramienta de trabajo para el grupo experimental.

ANEXO 3: Test sobre dilatación térmica.

ANEXO 4: Rubrica de calificación del test del test.

ANEXO 5: Plan de actividades para el Grupo de control.

ANEXO 6: Plan de actividades para crear un escenario ABI.

ANEXO7: Procesamiento de datos en el programa **R**

ANEXO 1

Herramienta de trabajo para el grupo de control

GUIA DE LABORATORIO TRADICIONAL

PRACTICA

DILATACION LINEAL

OBJETIVOS

Determinar el coeficiente de expansión lineal de varilla de diferentes materiales

INTRODUCCION

Este tipo de dilatación se presenta en cuerpos cuya dimensión principal es su longitud y es indispensable considerarla en cables, vías de ferrocarril o varillas.

Cuando dos varillas de diferente material son calentadas de 25 °C a 68 °C se observa que las dos aumentan su tamaño, pero no en la misma proporción. El incremento de tamaño de cada varilla, cuando su temperatura se eleva un grado Celsius, se conoce como coeficiente de dilatación y se define como el aumento que experimenta un cuerpo por cada grado centígrado que aumente su temperatura (Tippens, 2001).

La dilatación lineal que experimenta un cuerpo cuando se calienta depende básicamente de tres factores, que son:

- a) longitud inicial (L_0)
- b) incremento de temperatura ($T_f - T_0$)
- c) coeficiente de dilatación (α)

La relación matemática de estos tres factores establece la igualdad:

$$L = \alpha L_0 \Delta T$$

ACTIVIDADES:

PRACTICA EN EL LABORATORIO:

1. Verificar la disponibilidad de los siguientes materiales:
 - a. Cubeta de vidrio;
 - b. Tubos de prueba de Cu, Al y vidrio;
 - c. Equipo calentador LAUDA-ALPHA;
 - d. Mangueras;
 - e. Soporte de tubos;
 - f. Micrómetro.
2. En la hoja de tabulación de datos registre:
 - a. La longitud del tubo de prueba en milímetros.
 - b. La temperatura inicial del agua según el equipo LAUDA-ALPHA.
 - c. La temperatura final del agua según el equipo LAUDA-ALPHA.
 - d. La dilatación lineal según el micrómetro en mm.
3. En la hoja de datos técnicos realizar los cálculos respectivos.

HOJA DE DATOS TÉCNICOS

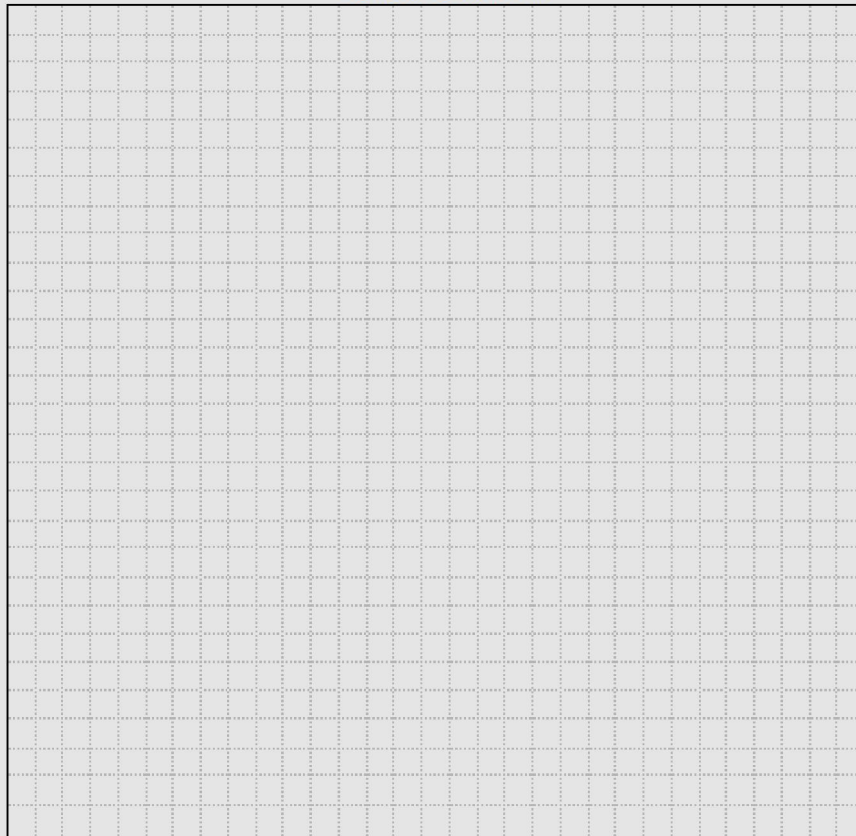
Docente:		Curso:	Paralelo:
		Fecha:	Horario:
Nombre:	Nombre:		
Nombre:	Nombre:		
Nombre:	Nombre:		

PRACTICA N°: ____ FECHA MÁXIMA DE RECEPCIÓN DEL INFORME: _____.

TÍTULO DE LA PRÁCTICA: _____.

CALIFICACIÓN: _____

DATOS TÉCNICOS



- Llene esta hoja con bolígrafo, no se admite manchas ni borrones de datos.
- Todo informe deberá contener obligatoriamente esta hoja.

TABULACION DE DATOS:

1. Encienda el equipo LAUDA-ALPHA y tome la temperatura inicial del agua;
2. Mientras el equipo calienta el agua tome la dilatación lineal que marca el micrómetro en las temperaturas indicadas en la tabla;
- 3.

Tabla 1 - Tabulación de datos

Material	L_0 , mm	T_0 , °C	T_f , °C	ΔT , °C	ΔL , mm	α , °C ⁻¹
Vidrio						
Aluminio						
Cobre						

- 4.

Tabla 2 - Promedio de los coeficientes obtenidos

Material	Coefficientes obtenidos α , °C ⁻¹	Promedio α , °C ⁻¹
Vidrio		
Aluminio		
Cobre		

PREGUNTAS:

1. ¿Cómo varió el coeficiente de dilatación lineal en cada material?
2. ¿De qué manera afecta el incremento de temperatura en la longitud?

ANEXO 2

Herramienta de trabajo para el grupo experimental

Guía de Laboratorio Abierta

(Tomado de la guía de laboratorio abierta y su efecto en el aprendizaje, Flores 2015)

1. Título

¿Cuál es la constante que describe las propiedades térmicas de un material cuando este cambia su longitud con un cambio en su temperatura?

2. Información

En el diseño de estructuras como puentes o vías de tren es muy importantes tener en cuenta los efectos del aumento o disminución de longitud provocados respectivamente por la dilatación y la contracción.

Una barra bimetálica de consiste de dos finas tira de distintos metales unidos entre sí, cuando la temperatura de la tira aumenta los dos metales se expanden en diferentes cantidades y la tira se curva, esta aplicación es usada en los termostatos.

3. Preguntas de investigación

Cuando dos varillas de diferente material son calentadas se observa que las dos aumentan su tamaño, pero no en la misma proporción. ¿A qué se debe?

¿La dilatación lineal es una propiedad exclusiva de los metales? ¿Está usted de acuerdo?

4. Materiales

- Instrumentos de medición
- Agua.
- Metales

5. Procedimiento

- Lista de los materiales que estarán disponibles para la investigación.
- Determine qué clase de datos usted recolectara y registrara.
- Registre todas las etapas que tomo para realizar la investigación.

6. Datos

Las tablas de datos deben ser construidas por los estudiantes en base a las mediciones realizadas.

7. Gráficos

Los gráficos deben ser construidos por los estudiantes en base a los datos tomados.

8. Conclusión

Las conclusiones para una práctica de física investigativa deben ser fundamentadas en los datos recolectados y en las observaciones realizadas.

ANEXO 3

TEST SOBRE DILATACION TERMICA

Lea, analice y conteste. Seleccione la respuesta correcta de acuerdo a la ley física que gobierna el fenómeno.

1) Los cuerpos sólidos como: alambres, varillas, barras aumentan su longitud al elevarse la temperatura, a dicho fenómeno se lo conoce como:

- A. Dilatación superficial.
- B. Dilatación lineal.
- C. Dilatación volumétrica.
- D. Ninguna de las anteriores.

RESPUESTA CORRECTA:

2) Con respecto al coeficiente de dilatación lineal se hacen las siguientes afirmaciones, determinar cuál es o cuáles son las correctas:

- I. Su valor numérico es independiente de la escala de temperatura.
- II. Depende del material del que está hecho el objeto sometido al cambio de temperatura.
- III. Es independiente de la longitud inicial del objeto.

- A. Solo I
- B. solo II
- C. I y II
- D. II y III

RESPUESTA CORRECTA:

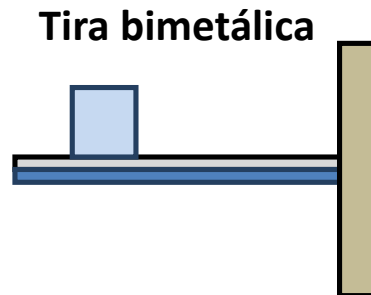
3) Una tira de cobre se remacha a otra de aluminio, después se calientan los dos metales, ¿qué sucede?

- A. La tira se expande sin doblarse.
- B. La tira se expande y se dobla hacia el cobre.
- C. La tira se expande y se dobla hacia el aluminio
- D. La tira no se expande ni se dobla.

RESPUESTA CORRECTA:

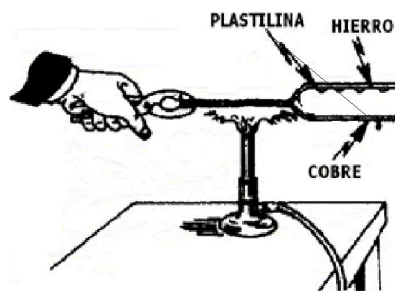
4) Un cubo de metal caliente descansa sobre una tira bimetálica a temperatura ambiente (como muestra la figura) ¿Cómo deben estar ordenadas las barra para que el cubo no se caiga?

- A. Superior Aluminio e inferior latón
- B. Superior latón e inferior aluminio
- C. Superior latón e inferior cobre
- D. El cubo nunca se cae



RESPUESTA CORRECTA:

5) Se realizó el experimento de conductividad térmica tal como lo indica el procedimiento con alambres de hierro y cobre de igual volumen y longitud, pero se observa que la plastilina en el Hierro se funde primero que la plastilina en el Cobre, esto sucedió debido a:



- A. El coeficiente de conductividad térmica del hierro es mayor que el del cobre.
- B. El área de la sección transversal del alambre de cobre es mayor que la del hierro.
- C. El área de la sección transversal del alambre de cobre es menor que la del hierro.
- D. La distancia entre el punto de aplicación de la flama y la plastilina es mucho menor en el hierro que en el cobre.

RESPUESTA CORRECTA:

6) La longitud de un puente de acero es de 2000 m a 15°C ¿Como es su longitud a los 35 °C?

- A. Igual a 2000 m.
- B. Menor que 2000 m.
- C. Mayor que 2000 m.
- D. Depende del clima.

RESPUESTA CORRECTA:

7) Dos barra A y B ambas de acero, tienen longitudes L_a y L_b , siendo L_a mayor que L_b a temperatura inicial de 20°C. Calentándolas hasta que alcances 100°C, ¿Cuál será la longitud final de A?

- A. Mayor .
- B. Menor.
- C. Igual a la barra B.
- D. Faltan datos.

RESPUESTA CORRECTA:

8) En la siguiente tabla se proporcionan los datos experimentales tomados de la práctica de dilatación térmica. Determinar los valores de ΔL :

L_0 [mm]	Δl [mm]	T_i [°C]	T_f [°C]	α [$\frac{1}{^\circ C}$]
600		27	92	2.4×10^{-5}

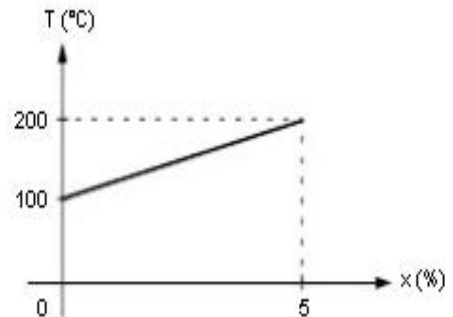
Δl [mm]

- A. 0.18
- B. 0.94
- C. 0.70
- D. 0.50

RESPUESTA CORRECTA:

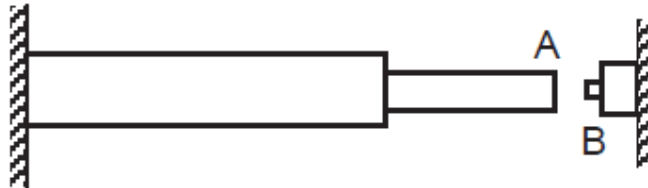
9) Se calienta una varilla metálica y se mide su longitud para cada temperatura. Con estos datos se construye la gráfica que se muestra en la figura adjunta, donde el eje x representa el crecimiento porcentual de la longitud de la varilla. Determine el coeficiente de dilatación lineal (en $^{\circ}\text{C}^{-1}$) de la varilla.

- A. 5×10^{-5}
- B. 5×10^{-4}
- C. 5×10^{-6}
- D. 6×10^{-6}
- E. 7×10^{-4}



RESPUESTA CORRECTA:

10) Un dispositivo como el representado en la figura puede usarse para proteger térmicamente un circuito eléctrico. Está formado por dos varillas soldadas, una de acero y otra de cobre.



Sus largos a la temperatura de 20°C son, respectivamente $30,0$ [cm] y $15,0$ [cm].

¿A qué temperatura se produce la desconexión, si ésta tiene efecto cuando el punto A del dispositivo toca el interruptor B, que se encuentra a $0,12$ [mm] de A cuando la temperatura es 20 [$^{\circ}\text{C}$]?

- A. $39,5$ $^{\circ}\text{C}$
- B. $45,8$ $^{\circ}\text{C}$
- C. $90,5$ $^{\circ}\text{C}$
- D. 100 $^{\circ}\text{C}$

RESPUESTA CORRECTA:

ANEXO 4
RÚBRICA DE CALIFICACIÓN DEL TEST APLICADO

N° de problema	Descripción del resultado	Valor Unitario	Valor Total
1	Selecciona el literal correcto	2	2
	Selecciona el literal Incorrecto	0	
2	Selecciona el literal correcto	2	2
	Selecciona el literal Incorrecto	0	
3	Selecciona el literal correcto	2	2
	Selecciona el literal Incorrecto	0	
4	Selecciona el literal correcto	2	2
	Selecciona el literal Incorrecto	0	
5	Selecciona el literal correcto	2	2
	Selecciona el literal Incorrecto	0	
6	Selecciona el literal correcto y resuelve el problema	2	2
	Selecciona literal correcto y no resuelve el problema	1	
	No Selecciona ningún literal pero resuelve el problema correctamente	1	
	No Selecciona la respuesta correcta, por lo tanto no resuelve el problema correctamente	0	
	No Selecciona ningún literal, ni resuelve el problema	0	
7	Selecciona el literal correcto y resuelve el problema	2	2
	Selecciona literal correcto y no resuelve el problema	1	
	No Selecciona ningún literal pero resuelve el problema correctamente	1	
	No Selecciona la respuesta correcta, por lo tanto no resuelve el problema correctamente	0	
	No Selecciona ningún literal, ni resuelve el problema	0	
8	Selecciona el literal correcto y resuelve el problema	2	2
	Selecciona literal correcto y no resuelve el problema	1	
	No Selecciona ningún literal pero resuelve el problema correctamente	1	
	No Selecciona la respuesta correcta, por lo tanto no resuelve el problema correctamente	0	
	No Selecciona ningún literal, ni resuelve el problema	0	
9	Selecciona el literal correcto y resuelve el problema	2	2
	Selecciona literal correcto y no resuelve el problema	1	
	No Selecciona ningún literal pero resuelve el problema correctamente	1	
	No Selecciona la respuesta correcta, por lo tanto no resuelve el problema correctamente	0	
	No Selecciona ningún literal, ni resuelve el problema	0	

N° de problema	Descripción del resultado	Valor Unitario	Valor Total
10	Selecciona el literal correcto y resuelve el problema	2	2
	Selecciona literal correcto y no resuelve el problema	1	
	No Selecciona ningún literal pero resuelve el problema correctamente	1	
	No Selecciona la respuesta correcta, por lo tanto no resuelve el problema correctamente	0	
	No Selecciona ningún literal, ni resuelve el problema	0	
TOTAL			20

ANEXO 5

PLAN DE ACTIVIDADES

(Grupo de control)

1. Datos informativos		
Instructor: Ing. Cesar Cevallos. Periodo académico: Octubre 2016 - Marzo 2017 Nivel de estudiantes: Pregrado de Ingeniería. Duración: 4 hora y treinta minutos. (2 sesiones)		Disciplina: Laboratorio de Física II. Unidad: Temperatura y calor. Tema: Dilatación térmica Paralelo: "J"
2. Objetivo de de la clase		
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la práctica experimental de dilatación térmica. • Comprender conceptos y características de dilatación térmica. 		
3. Desarrollo de la clase.		
Primera Sesión (120 minutos)	Prueba de entrada.	30 minutos
	Explicación teórica de dilatación térmica (Realizada por el profesor).	45 minutos
	Formación de grupos de laboratorios	20 minutos
	Entrega: de guía de la práctica y explicación de lineamientos de la practica.	25 minutos
Segunda Sesión Práctica experimental (150 minutos)	Profesor explica lineamiento de la práctica, basándose en la guía tradicional de laboratorio.	20 minutos
	Ensamblaje de los equipos e instrumentos, según indica la guía de laboratorio.	20 minutos
	Ejecución del procedimiento que indica la guía de laboratorio	30 minutos
	Registros de datos.	
	Construcción de tablas y gráficos, según indica la guía de laboratorio.	15 minutos
	Profesor realiza las preguntas a los estudiantes.	20 minutos
	Conclusiones de la practica	15 minutos
	Prueba de salida (Tomada luego de la Practica de laboratorio, 30 minutos de duración).	30 minutos
4. Recursos e instrumentos		
Recursos: <ul style="list-style-type: none"> • Guía tradicional de práctica de laboratorio. Instrumentos: <ul style="list-style-type: none"> • Barras sólidas de diferentes materiales. • Equipo termostático de recirculación LAUDA ALPHA A12 • Micrómetro. • Kit mangueras. • Soportes de varillas. 		
5. Estructura de los grupos.		
10 grupos (de 3 estudiantes por equipo).		

ANEXO 6

PLAN DE ACTIVIDADES PARA CREAR UN ESCENARIO ABI (Grupo experimental)

Instructor: Ing. Cesar Cevallos.

Disciplina: Laboratorio de Física II.

Unidad: Temperatura y calor.

Nivel de estudiantes: Pregrado de Ingeniería.

TITULO DEL ESCENARIO

Dilatación Térmica

DURACIÓN

Primera sesión	2 horas
Segunda sesión	2 horas y 30 minutos
Total	4 horas y 30 minutos

Se utilizará una sesión de clases para exponer la metodología y la otra sesión para trabajar en el laboratorio de física realizando la practica experimental aplicando el ABI

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Al final de las dos sesiones, los estudiantes serán capaces de demostrar habilidad para:

- Entender la importancia de la expansión o contracción de los materiales metálicos y no metálicos..
- Definir y calcular experimentalmente el concepto de dilatación térmica.

- Establecer un vínculo entre los programas de formación académica y las áreas de investigación
- Fortalece la honestidad y responsabilidad académica
- Buscar, analizar y evaluar diferentes fuentes de información.
- Trabajar en equipo
- Comunicarse efectivamente en forma oral y escrita
- Pensar críticamente
- Aprender de manera independiente

MATERIALES DEL ESTUDIANTE

El profesor proporcionará al estudiante la siguiente información:

- Guía de laboratorio abierta (ANEXO 2).

MATERIALES DE LABORATORIO

Instrumentos:

- Barras sólidas de diferentes materiales.
- Equipo termostático de recirculación LAUDA ALPHA A12
- Micrómetro.
- Kit mangueras.
- Soportes de varillas.

Recursos:

- Internet
- Libros

Preguntas para los grupos:

Están incluidas en la guía de laboratorio abierta (ANEXO 2)

ROL DEL PROFESOR

- Guía de la práctica de laboratorio.
- Involucra a los estudiantes en el descubrimiento a través de su propia investigación.
- Proporciona recursos y materiales aplicables.
- Facilitador de la reflexión y el debate.
- Responde a las preguntas relacionadas con el escenario y el curso.
- Dispone del tiempo en necesario para que la metodología sea propicia en las practica de laboratorio.

ROL DEL ESTUDIANTE Y DIRECTRICES.

De forma individual

El estudiante deberá:

- Identificar el problemas planteado en la práctica de laboratorio
- Analizar información y datos.
- Distribuir las tareas del problema entre los miembros del equipo.

De forma grupal

El trabajo por parte del equipo será:

- Una discusión entre los miembros de cada equipos.
- Utilizar de mejor manera la guía de laboratorio abierta
- Indagar sobre el ensamble de los equipos para la práctica.
- Establecer los datos y gráficos relevantes que se debe obtener en la práctica.
- Elaborar un documento en el cual se describen las recomendaciones y las conclusiones de la practica.

ESTRUCTURA DE LOS GRUPOS:

10 grupos (de 3 estudiantes por equipo).

El profesor participará en la selección de los miembros de cada equipo.

ACTIVIDADES APLICADAS AL GRUPO EXPERIMENTAL

SESIÓN	ACTIVIDADES	DURACIÓN [minutos]
Primera	Prueba de entrada.	30
	Explicación sobre metodología ABI.	40
	Formación de grupos de laboratorios	20
Preparación ABI (120 minutos)	Entrega: de guía de laboratorio abierta, y recursos a utilizar en la práctica (Libros, etc.).	30
Segunda Escenario ABI Práctica experimental (150 minutos)	Indagación del título de la practica experimental	10
	Búsqueda de información; Libros, Internet.	20
	Diálogo y discusión grupal, sobre preguntas de investigación.	10
	Ensamblaje de los equipos e instrumentos para la practica	20
	Indagar y ejecutar los procedimientos de la practica	30
	Registros de datos.	
	Construcción de tablas y gráficos	15
	Conclusiones de la practica	15
	Prueba de salida (Tomada luego de la Practica de laboratorio, 30 minutos de duración).	30
Tempo total		270

Por lo tanto, la implementación del ABI es de una semanas de duración, distribuidos en dos sesiones con un tiempo total de 4 hora y treinta minutos

ANEXO 7

PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL PROGRAMA R

GC0: PRUEBA DE ENTRADA GC

```
GC0=c(5,6,9,5,7,9,10,5,6,9,10,6,5,9,8,7,10,10,5,9,8,7,5,9,6,8,10,5,8,9)
```

```
GC0
```

```
[1] 5 6 9 5 7 9 10 5 6 9 10 6 5 9 8 7 10 10 5 9 8 7 5 9 6 8 10 5 8 9
```

```
> summary(GC0)
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

```
5.0 6.0 8.0 7.5 9.0 10.0
```

```
(desvTipMuestral=sd(GC0))
```

```
[1] 1.870829 >> desviación estándar
```

GC1: PRUEBA DE SALIDA GC

```
GC1=c(15,8,10,13,9,8,12,9,7,8,9,9,11,10,9,10,10,8,11,12,8,10,6,9,11,11,12,11,19,9)
```

```
> GC1
```

```
[1] 15 8 10 13 9 8 12 9 7 8 9 9 11 10 9 10 10 8 11 12 8 10 6 9 11 11 12 11 19 9
```

```
> summary(GC1)
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

```
6.00 9.00 10.00 10.13 11.00 19.00
```

```
> (desvTipMuestral=sd(GC1))
```

```
[1] 2.515241 >> desviación estándar
```

GE0: PRUEBA DE ENTRADA GE

```
GE0=c(7,8,10,9,7,9,10,11,16,7,5,6,4,9,6,7,9,15,7,5,4,4,7,17,15,10,9,8,4,5)
```

```
> GE0=c(7,8,10,9,7,9,10,11,16,7,5,6,4,9,6,7,9,15,7,5,4,4,7,17,15,10,9,8,4,5)
```

```
> GE0
```

FCNM

Anexo 7

ESPOL

```
[1] 7 8 10 9 7 9 10 11 16 7 5 6 4 9 6 7 9 15 7 5 4 4 7 17 15 10 9 8 4 5
```

```
> summary(GE0)
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

```
4.000 6.000 7.500 8.333 9.750 17.000
```

```
> (desvTipMuestral=sd(GE0))
```

```
[1] 3.575138 >> desviación estándar
```

GE1: PRUEBA DE SALIDA GE

```
GE1=c(12,16,10,13,14,18,15,14,14,18,14,14,16,12,18,14,15,16,18,12,20,16,15,18,14,15,14,17,16,17)
```

```
>GE1=c(12,16,10,13,14,18,15,14,14,18,14,14,16,12,18,14,15,16,18,12,20,16,15,18,14,15,14,17,16,17)
```

```
> GE1
```

```
[1] 12 16 10 13 14 18 15 14 14 18 14 14 16 12 18 14 15 16 18 12 20 16 15 18 14 15 14 17 16 17
```

```
> summary(GE1)
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

```
10.00 14.00 15.00 15.17 16.75 20.00
```

```
> (desvTipMuestral=sd(GE1))
```

```
[1] 2.245046 >> desviación estándar
```

PRUEBA DE HIPOTESIS EN PROGRAMA R

GC1 VS GC0 Prueba de salida comparado con la prueba de entrada, grupo de control

```
t.test(GC1,GC0,paired=T)
```

```
Paired t-test
```

```
data: GC1 and GC0
```

```
t = 4.4921, df = 29, p-value = 0.0001038
```

```
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
1.434403 3.832263
```

```
sample estimates:
```

```
mean of the differences
```

```
2.633333
```

GE1 VS GE0 Prueba de salida comparado con la de entrada del grupo experimental

```
t.test(GE1,GE0,paired=T)
```

```
Paired t-test
```

```
data: GE1 and GE0
```

```
t = 8.3969, df = 29, p-value = 2.965e-09
```

```
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
5.168938 8.497729
```

```
sample estimates:
```

```
mean of the differences
```

```
6.833333
```


GE1 VS GC0 Prueba de salida comparando grupo experimental vs control

```
t.test(GE1,GC1,paired=T)
```

```
Paired t-test
```

```
data: GE1 and GC1
```

```
t = 7.288, df = 29, p-value = 5.011e-08
```

```
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
3.620831 6.445835
```

```
sample estimates:
```

```
mean of the differences
```

```
5.033333
```

GE0 VS GC0 Prueba de entrada comparando grupo experimental vs control

```
> GC0=c(5,6,9,5,7,9,10,5,6,9,10,6,5,9,8,7,10,10,5,9,8,7,5,9,6,8,10,5,8,9)
```

```
> GE0=c(7,8,10,9,7,9,10,11,16,7,5,6,4,9,6,7,9,15,7,5,4,4,7,17,15,10,9,8,4,5)
```

```
> t.test(GE0,GC0,paired=T)
```

```
Paired t-test
```

```
data: GE0 and GC0
```

```
t = 1.1716, df = 29, p-value = 0.2509
```

```
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.6214256 2.2880922
```

```
sample estimates:
```

```
mean of the differences
```

```
0.8333333
```