

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”

TEMA

**“EFECTO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS Y EL
DESARROLLO DE LA AUTOEFICACIA ESTUDIANTIL EN LA
COMPRESIÓN DE LAS LEYES DE LA TERMODINÁMICA”**

AUTOR:

DAVID ALEJANDRO ANZULES INTRIAGO

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2014

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi luz, mi fortaleza y mi guía en todas las etapas de mi vida.

A mis padres Roberto y Maura, por su amor y sacrificio, gracias a ustedes he logrado llegar a estas instancias de mis estudios.

A mi tía Olga, quien siempre ha estado pendiente de mi preparación académica, siendo el apoyo incondicional para lograr las metas que me he propuesto.

AGRADECIMIENTO

Esta tesis no habría sido posible sin el soporte de varias personas. Mi gratitud para todos los docentes de la presente Maestría, por su vocación y profesionalismo para guiarme e instruirme, extendiendo mi agradecimiento sincero de manera especial al M.Sc. Jorge Flores quien acertadamente ha guiado el desarrollo de esta investigación, gracias a su constante orientación y valiosos comentarios, ha sido posible culminar con éxito este trabajo de titulación.

Finalmente, me gustaría agradecer de todo corazón a mis padres, hermanos, demás familiares, amigos y compañeros que siempre estuvieron apoyándome y motivándome durante todo el proceso de mi formación profesional.

A todos mi reconocimiento y gratitud.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual de la misma a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas**, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

DAVID ALEJANDRO ANZULES INTRIAGO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

MIM. Elkin Angulo Ramírez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

M. Sc. Jorge Flores Herrera
DIRECTOR DE TESIS

M. Sc. Bolívar Flores Nicolalde
VOCAL DEL TRIBUNAL

AUTOR DE LA TESIS DE GRADUACIÓN

DAVID ALEJANDRO ANZULES INTRIAGO

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iv
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	v
AUTOR DE LA TESIS DE GRADUACIÓN	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. CONTEXTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. DECLARACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
1.4. OBJETIVOS	4
1.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	5
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
CAPÍTULO II.....	7
REVISIÓN DE LA LITERATURA	7
2.1. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS	7
2.1.1. Características del aprendizaje basado en problemas.....	8
2.1.2. Diferencias entre el aprendizaje basado en problemas y la metodología tradicional	9
2.1.3. La elaboración de problemas	10
2.1.4. Evaluación del aprendizaje basado en problemas	12
2.1.5. Modelo de la Universidad de Tampere	14
2.2. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS Y LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.....	16
2.3. AUTOEFICACIA.....	17
2.3.1. Teoría de Aprendizaje Social de Bandura.	18
2.3.2. Medición de la Autoeficacia.....	20
2.3.3. Autoeficacia en la enseñanza de la Física.....	21
2.4. LA CONCEPTUALIZACIÓN DE ENERGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA.....	22
2.5. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA.	23

2.6.	SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA	25
2.7.	TÉCNICA ESTADÍSTICA: PRUEBA T DE STUDENT	28
2.8.	GANANCIA DE APRENDIZAJE DE HAKE	29
CAPÍTULO III		30
MÉTODO		30
3.1.	SUJETOS	30
3.2.	TAREAS Y MATERIALES.	30
3.3.	VARIABLES	32
3.3.1.	Variable Independiente:.....	32
3.3.2.	Variables Dependientes:.....	32
3.4.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.5.	PROCEDIMIENTO	33
3.6.	ANÁLISIS DE DATOS.....	34
CAPÍTULO IV.....		35
RESULTADOS.....		35
4.1.	RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS.....	35
4.2.	RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE AUTOEFICACIA.....	37
4.3.	RESULTADOS DE LA GANANCIA DE HAKE	39
CAPÍTULO V.....		41
DISCUSIÓN		41
5.1.	ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CONOCIMIENTOS Y AUTOEFICACIA... 41	
5.2.	ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS.....	43
CAPÍTULO VI.....		44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		44
6.1.	CONCLUSIONES	44
6.2.	RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		47
ANEXOS		53

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Esquema del enunciado de Kelvin-Planck de la Segunda Ley.....	26
Figura 2.2. Esquema del enunciado de Clausius de la Segunda Ley.....	27
Figura 3.1. Diseño de la Investigación.....	33
Figura 4.1. Promedios de las pruebas receptadas a los grupos de estudio.....	36
Figura 4.2. Gráfico de barras de la Ganancia media normalizada por grupos.....	39
Figura 4.3. Gráfico de la ganancia media normalizada de los grupos de estudio.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Diferencias entre el método tradicional y el aprendizaje basado en problemas.....	9
Tabla 4.1. Datos estadísticos de las pruebas de termodinámica del Grupo de Control.....	35
Tabla 4.2. Datos estadísticos de las pruebas de termodinámica del Grupo Experimental.....	35
Tabla 4.3. Resultados de la prueba t sobre la hipótesis H01.....	37
Tabla 4.4. Datos estadísticos de los Test de Autoeficacia del Grupo de Control.....	37
Tabla 4.5. Datos estadísticos de los Test de Autoeficacia del Grupo Experimental....	37
Tabla 4.6. Resultados de la prueba t sobre la hipótesis H02.....	38
Tabla 4.7. Resultados del cálculo de la ganancia media de Hake.....	39

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. CONTEXTO DEL PROBLEMA

A nivel de educación superior en el Ecuador la clase magistral continúa siendo un componente básico dentro de la metodología que se utiliza en las aulas universitarias. Muchos docentes de Física de las carreras de ingeniería no tienen la suficiente preparación pedagógica y solo se limitan a transmitir los contenidos de la asignatura a sus estudiantes. La experiencia indica que para lograr aprendizajes significativos en los estudiantes, la enseñanza tradicional de la Física presenta importantes dificultades desde el punto de vista didáctico. Hoy en día enseñar Física no solo es asunto de exponer los temas, explicar los contenidos, presentar las formulas y resolver problemas de aplicación en situaciones, que el estudiante considera hasta cierto punto como inservibles en la vida cotidiana y poco relevantes para su futuro profesional.

El lenguaje utilizado por la Física le resulta al estudiante muy complicado de entender, esto unido a la pasividad a la que se lo lleva durante una clase habitual, da lugar a que éste pierda el interés. Se ha detectado que la falta de interés y la baja motivación, hacen que muchos de los conceptos que se tratan en Física, sean de difícil comprensión para el estudiante quien se aprende de memoria infinidad de conceptos, pero a quien prácticamente le es imposible conectar estos mismos conceptos, con aplicaciones de la vida real.

Para lograr que lo teórico sea un complemento de la práctica y que lo que se enseña tenga relevancia para el estudiante, es necesario como manifiesta Bilgin [1] establecer esa conexión entre la comprensión conceptual y las habilidades para resolver problemas, lo que implica que el docente de Física busque alternativas pedagógicas, que involucren experiencias didácticas dirigidas a evitar que el estudiante sea receptor pasivo de los contenidos que se imparten, a fin de que intervenga de manera activa y aplique los conceptos a la resolución de problemas propuestos en clase.

Las limitaciones de los métodos empleados en la enseñanza tradicional, han dado lugar al surgimiento de nuevas estrategias metodológicas, que apuntan a

la construcción de formas eficaces de aprendizaje, dirigidas a mejorar el desempeño académico. Se considera que uno de los pilares fundamentales de la Universidad y también una de nuestras grandes debilidades es la investigación, por lo que, una metodología de enseñanza que posea un componente sistemático de investigación encaja perfectamente con la visión de una universidad ecuatoriana que promueva una educación integral. Frente a este escenario, surge la necesidad de buscar nuevas técnicas que involucren al estudiante en su propio aprendizaje, dotándole de las habilidades necesarias para convertirlos en aprendices autónomos, ofreciéndoles la posibilidad de aprender a aprender.

Una de las metodologías de enseñanza aprendizaje que durante los últimos años, ha contribuido con éxito en la educación superior, es la metodología del ABP (Aprendizaje basado en Problemas) o PBL por sus siglas en inglés, que según Barrows (1986) es “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos”, esto resulta de gran importancia ya que la Física se apoya en el desarrollo de problemas o ejercicios para complementar los contenidos[2].

ABP es una forma de aprendizaje que alienta a una comprensión, más profunda de la materia en lugar de una cobertura superficial, también es una metodología de aprendizaje orientada a problemas, por medio de la cual los estudiantes no solo que obtienen conocimientos básicos cuando aprenden, sino que además pueden aplicar este conocimiento para resolver problemas del mundo real (Bilgin, 2009) [1].

Para comprobar la eficacia de esta metodología, el presente estudio se enfocó en la importancia de introducir los conceptos termodinámicos, de forma más rigurosa en los cursos de Física que se imparten a nivel superior, toda vez que varias investigaciones sobre concepciones alternativas realizadas en torno a la enseñanza de esta unidad, revelan una falta de comprensión acerca de las leyes de la termodinámica y los procesos de conservación y transformación de la energía, incluso para el docente explicar claramente la idea de energía y sus procesos asociados a la termodinámica no resultan una tarea sencilla y más

bien el maestro puede contribuir a la confusión de los alumnos sin estar consciente de aquello [3,4].

Para que el estudiante pueda asimilar las leyes, teorías y principios que conforman el grupo de conocimientos científicos que se imparten en Física, el docente debe poner énfasis en aspectos esenciales que tengan que ver con la motivación. Aplicar una buena estrategia como el ABP es fundamental al proporcionar oportunidades de aprendizaje conceptual, incentivar el trabajo en equipo y la responsabilidad, pero se puede ir un paso más allá, si adicional a la metodología se integra en clase el desarrollo de la autoeficacia del estudiante, como un efecto para elevar la motivación y mejorar el rendimiento académico. Para ello, el docente debe propiciar el logro de una actitud grupal capaz de potenciar las individualidades [5].

“La autoeficacia puede ser definida como la percepción o creencia personal de las propias capacidades en una situación determinada. Las creencias de autoeficacia presentan gran influencia en el ser humano, ya que actúan sobre sus pensamientos, sentimientos y comportamientos” (Bandura, 1995) [6].

De acuerdo con estudios, se ha evidenciado que un buen desempeño académico no puede ser garantizado solo por los conocimientos y habilidad de los individuos. Shuck manifiesta que una autoeficacia elevada sostiene la motivación y promueve el aprendizaje del estudiante, esto es corroborado por Brown, Barkin y Lent, quienes realizaron una investigación con estudiantes de ingeniería, para relacionar el éxito académico con la eficacia y comprobaron que los estudiantes con alta autoeficacia, obtuvieron mejores calificaciones en cursos de ciencias e ingenierías [7].

El presente trabajo de investigación expone el resultado de aplicar el Aprendizaje Basado en Problemas, como metodología didáctica en un curso de Física y explora los efectos del ABP versus la metodología tradicional, sobre el rendimiento académico. Se pretende aportar con datos que indiquen cual es el alcance de esta alternativa, para mejorar la comprensión de los conceptos relacionados con la primera y segunda ley de la termodinámica, tratados en una clase de Física en una universidad del Ecuador, adicional a esto se hizo

énfasis en el desarrollo de la autoeficacia, para potenciar el rendimiento académico de los estudiantes.

1.2. DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

El propósito de este estudio fue determinar, como el aprendizaje basado en problemas influye en la comprensión de la primera y segunda ley de la termodinámica en los estudiantes de Física de una universidad ecuatoriana, y como este se relaciona con el desarrollo de la autoeficacia.

1.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio tiene por finalidad, investigar si el uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) junto con el desarrollo de la Autoeficacia, pueden ayudar a los estudiantes de Física a mejorar su rendimiento académico en la comprensión de las leyes de la termodinámica, para lo cual se formularon las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Es más eficiente el ABP como herramienta instruccional que la metodología tradicional?
2. ¿Puede el ABP contribuir efectivamente a mejorar el rendimiento académico en el estudio de la primera y segunda ley de la termodinámica?
3. ¿Cuál es la influencia del ABP en los niveles de autoeficacia de los estudiantes?
4. ¿Hay una relación entre autoeficacia y rendimiento académico?

1.4. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es aplicar la estrategia metodológica ABP en la enseñanza de la Primera y Segunda ley de la Termodinámica, para determinar si esta influye en elevar el rendimiento académico y mejorar el nivel de autoeficacia de los estudiantes de un curso de Física a nivel superior.

Para lograr este objetivo en la investigación se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar un escenario o problema y el plan de clases para la metodología ABP, acorde con los resultados de aprendizaje propuestos por el instructor, para el capítulo de termodinámica incluido en el currículo de la asignatura.
- Desarrollar un test de termodinámica para determinar el impacto del ABP, a través del análisis estadístico de las pruebas reportadas.
- Elaborar un cuestionario de autoeficacia enfocado en los temas de estudio, para medir el grado de motivación y confianza de los estudiantes en el aprendizaje de las leyes de la termodinámica.

1.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

- H₁: Aquellos estudiantes que aplican el ABP como metodología de aprendizaje, tienen un mejor rendimiento académico en el estudio de las leyes de la termodinámica que aquellos que no la aplican.
- H₂: Aquellos estudiantes que aplican el ABP tienen un mayor nivel de autoeficacia que aquellos que no lo aplican.

Hipótesis nulas

- H₀₁: No hay diferencia estadísticamente significativa que indique un mejor rendimiento académico en el estudio de las leyes de termodinámica, entre los estudiantes que aplicaron el método ABP de aquellos estudiantes que no lo aplicaron
- H₀₂: No hay diferencia estadísticamente significativa que indique que los estudiantes que aplicaron el ABP, tienen mayor autoeficacia que aquellos que no lo aplicaron.

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La relevancia de este trabajo de investigación, se basa en la necesidad actual que existe por parte de los profesores de educación superior de mejorar la forma de enseñar Física, ir más allá de la trasmisión de los conocimientos y llegar a los estudiantes con metodologías alternativas, que propicien

aprendizajes más significativos de los conceptos complejos que se tratan en esta disciplina.

La enseñanza moderna contempla aún el uso regular de la clase expositiva como recurso educativo dominante, a pesar de que numerosas investigaciones en educación apuntan a su ineficacia. La falta de formación pedagógica empuja a los docentes universitarios a adoptar la enseñanza tradicional, que junto con la resolución de problemas ampliamente usados en la enseñanza de la Física solo limitan al estudiante a la memorización y aplicación de fórmulas, sin llegar a la comprensión del significado físico de las ecuaciones; no existe una comprensión profunda de los principios fundamentales que se estudian por ejemplo en la Física térmica.

Por otro lado aunque el tema de la Autoeficacia ha sido tratado en muchas investigaciones, en el estudio de la Física no ha sido analizado con la misma rigurosidad, es importante determinar cómo se ve afectado el nivel de confianza de los estudiantes para la consecución de metas relacionadas con el aprendizaje de conceptos y la resolución exitosa de problemas de Física, cuando se los expone a nuevos entornos de trabajo didáctico (metodología ABP frente a metodología tradicional). Conocer de antemano cual es el nivel de autoeficacia académica de los estudiantes, puede permitir al docente realizar una intervención, enfocada en aquellos estudiantes con creencias de autoeficacia baja y mejorar dicha condición para incrementar su rendimiento, tanto desde el punto de vista personal como académico.

Finalmente se consideró importante para este estudio abordar el tema de termodinámica pues gran parte de las actividades que involucran la aplicación de la ingeniería, implican la interacción de la energía y la materia.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

El Aprendizaje Basado en Problemas o ABP se desarrolló en la Universidad de McMaster en Canadá, donde se diseñó un plan de estudios para la escuela de medicina basado en el aprendizaje centrado en el estudiante. ABP es una forma de aprendizaje que alienta a una comprensión más profunda de la materia en lugar de una cobertura superficial, también es una metodología de aprendizaje orientada a problemas, por medio de la cual los estudiantes no solo que obtienen conocimientos básicos cuando aprenden, sino que además pueden aplicar este conocimiento para resolver problemas del mundo real (Bilgin, 2009). Con esta metodología el profesor deja de ser el centro de la enseñanza y se convierte en un tutor que facilita y fomenta en el estudiante actividades de reflexión, para que identifique sus propias necesidades de aprendizaje.

Esta estrategia instruccional tiene su punto fuerte en la motivación, que se induce en el alumno al hacerlo parte de su propio aprendizaje. Al ser los estudiantes quienes determinan que es lo que necesitan aprender, corresponde a ellos establecer las cuestiones clave de los problemas que enfrentan, definir las brechas del conocimiento, y buscar y adquirir los conocimientos que faltan (Barrows, 2002; Hmelo-Silver & Barrows, 2006) [8].

El aprendizaje basado en problemas tiene como eje central el planteamiento del problema, el cual debe representar un reto y un mayor compromiso de parte de los estudiantes, que se sentirán motivados para lograr aprendizajes significativos [9]. Los problemas que figuran en un ambiente de ABP son a menudo de naturaleza compleja ya que requieren del pensamiento y la investigación y motivan al estudiante a descubrir conceptos relevantes de una asignatura.

Pese a ser el problema un aspecto importante de esta estrategia, la resolución del mismo es solo una extensión del ABP como plantea Branda (2009, p.14) “al

comienzo de la formación de un estudiante en un programa de ABP no debe esperarse que sea capaz de resolver problemas, ya que su base de conocimiento no es suficiente para hacer esto. Las situaciones que se le presentan van dirigidas a adquirir conocimientos, y no se espera que los posibles problemas que éstas contengan sean resueltos” [10].

2.1.1. Características del aprendizaje basado en problemas.

Una de las principales características del ABP es que le da al alumno la posibilidad de volverse independiente de sus profesores, pues este se hace responsable de su propio aprendizaje y participa activamente en la adquisición de su conocimiento. El aprendizaje está “centrado en los alumnos” porque tienen la libertad de elegir estudiar los temas que consideren más interesantes y de determinar el modo en que quieren estudiarlos. El profesor asume la función de tutor guía para conseguir los objetivos de aprendizaje definidos. Los aspectos más relevantes del ABP son los siguientes [11]:

Grupos de trabajo: Los estudiantes trabajan juntos en pequeños grupos y asumen la responsabilidad por el desempeño eficiente del grupo, así como por el desarrollo de su aprendizaje individual.

Resolución de Problemas. Los problemas planteados en el ABP son de naturaleza compleja y requieren que el estudiante razone e investigue.

Descubrimiento de nuevos conocimientos. Con el fin de encontrar una solución significativa al problema que se analiza, los estudiantes tendrán que buscar nuevos conocimientos. Desde el principio, los estudiantes deben decidir lo que saben y lo que necesitan saber con el fin de continuar.

Basado en el mundo real. El énfasis principal de esta metodología es estimular a que los estudiantes empiecen a pensar como profesionales a fin de facilitar la transición de la Universidad al campo laboral.

En esencia el ABP es un método de enseñanza-aprendizaje fundado en el principio de la solución de problemas reales.

2.1.2. Diferencias entre el aprendizaje basado en problemas y la metodología tradicional.

El Aprendizaje basado en problemas representa un cambio de enfoque de una enseñanza donde se prioriza la exposición y transferencia de contenidos por parte del docente a un enfoque centrado en el estudiante. La siguiente tabla presenta las diferencias entre una clase tradicional y una clase con enfoque ABP [12]:

Tabla 2.1. Diferencias entre el método tradicional y el aprendizaje basado en problemas

Clase Tradicional	Ambiente ABP
El docente asume el rol de experto o autoridad formal	El docente actúa como facilitador, guía, mentor o asesor.
Los docentes tienden a trabajar de manera independiente	Los docentes trabajan en equipos y con personas ajenas al equipo. Los docentes están involucrados en cambiar la cultura educacional a través del desarrollo de instrumentos de evaluación congruentes con la metodología ABP, que incluyan la evaluación por parte de los pares.
Los docentes transmiten información a los alumnos.	Los estudiantes se hacen responsables de su aprendizaje, creando vínculos con los docentes.
Los docentes organizan los contenidos del curso en exposiciones y lecturas de acuerdo al contenido de la asignatura.	Los docentes desarrollan escenarios de trabajo diseñados para estimular a los estudiantes a buscar información e integrar lo que encuentran. La motivación de los estudiantes es aumentada si se utilizan escenarios de la vida real.
Los estudiantes son vistos como receptores pasivos de la información.	Los docentes apoyan a los estudiantes, fomentando la iniciativa, guiando el aprendizaje para permitirles la transferencia de los conocimientos.
Los estudiantes trabajan en forma independiente y a veces de forma aislada.	Los estudiantes conformados en grupos pequeños interactúan con los docentes y sus pares, lo que facilita la retroalimentación en forma inmediata y conduce a mejorar y corregir conductas.
Los estudiantes absorben, transcriben, memorizan y repiten información para rendir	Los docentes diseñan materiales basados en los escenarios a utilizar, creando

pruebas de contenido específico.	ambientes flexibles de aprendizaje para los estudiantes.
El aprendizaje es individualista y competitivo	Los estudiantes experimentan el aprendizaje en un ambiente colaborativo
El desempeño se mide basado en el contenido de tareas específicas.	Los estudiantes identifican, analizan y resuelven los problemas de aprendizaje utilizando el conocimiento de experiencias previas, no simplemente recordándolo.
La evaluación es sumativa y el profesor es el único evaluador.	La evaluación es además formativa, los estudiantes evalúan sus propias contribuciones así como las de los demás miembros del grupo.
Las exposiciones del docente son basadas en comunicación unidireccional; la información es transmitida a un grupo de alumnos.	Los alumnos trabajan en equipos para resolver problemas, adquieren y aplican el conocimiento en una variedad de contextos. El docente guía a los alumnos en la búsqueda de la información útil y relevante.

Fuente: Adaptado de Baptiste, Sue (2003) "Problem-Based Learning: A Self-Directed Journey"

Si bien de acuerdo a lo mostrado en la tabla anterior hay varios aspectos que favorecen la aplicación del ABP frente a la metodología tradicional, pese a esto no se puede desmerecer la importancia de esta última, pues es la que se ha venido utilizando con mayor frecuencia en las clases de ciencias a nivel superior.

2.1.3. La elaboración de problemas

Uno de los aspectos más importantes, cruciales y demandantes de la metodología ABP es la elaboración de problemas que sirvan como estímulos para el aprendizaje. Los problemas en el ABP consisten en los materiales instruccionales que se entregan a los estudiantes para activar sus procesos de aprendizaje; del tipo de problema y de su diseño, dependerá en gran medida el éxito en la implementación del ABP en el aula de clase.

Un problema consta de un punto de inicio (un gancho, un detonante, un escenario o declaración del problema) y un proceso que usualmente conduce a un resultado final por parte de los estudiantes (resultado de aprendizaje o un producto que puede por ejemplo ser un informe). En ocasiones un problema

ABP no tiene una sola respuesta o puede tener una respuesta definida pero muchos caminos posibles que conducen a ella (Raine & Symons, 2008, p.7).

En esta metodología es importante que el escenario en el cual se desarrolla el problema, deba estar situado en la vida real o en la práctica profesional, es decir problemas que reflejen la vida más allá del aula de clases, lo que lo diferencia de los tradicionales problemas con única respuesta que usualmente se proponen en los textos de ciencias. De acuerdo a Bárbara J. Duch (2001) de la Universidad de Delaware, las características de un buen problema ABP a breves rasgos deben ser las siguientes [13]:

1.- Un problema eficaz debe primero captar el interés de los estudiantes y motivarlos a investigar para una comprensión más profunda de los conceptos que se quieren aprender. Se debe relacionar el tema del problema con el mundo real y si es posible, el problema debe ser colocado en un contexto con el que los estudiantes están familiarizados.

2.- Un buen problema requiere que los estudiantes tomen decisiones o juicios basados en hechos, información, lógica y fundamentada. Los problemas deben exigir a los estudiantes tomar decisiones sobre que suposiciones son necesarias (y por qué), qué información es relevante, y qué pasos o procedimientos son necesarios para resolver el problema. No toda la información dada en el problema debe ser relevante para llegar a una solución. Y no toda la información necesaria para una solución se debe dar inicialmente al estudiante. Por esta razón, muchos de los problemas de ABP deben estar diseñados con múltiples etapas, que debe darse a los grupos de estudiantes de uno en uno, a medida que van desarrollando el problema.

3.- El problema debe ser lo suficientemente complejo de tal manera que se requerirá de la colaboración de todos los miembros del grupo de trabajo para llegar a una solución.

4.- Las preguntas iniciales sobre la primera etapa de un problema deben ser abiertas, basadas en el conocimiento previamente aprendido, para que los estudiantes de los grupos inicialmente puedan discutir sobre el tema.

5.- Los objetivos de contenido del curso o asignatura deben incorporarse a los problemas, conectando los conocimientos previos a los nuevos conceptos, y relacionando los nuevos conocimientos con los conceptos de otros cursos y / o disciplinas.

2.1.4. Evaluación del aprendizaje basado en problemas

Cuando se realizó la comparación de la metodología tradicional con el aprendizaje basado en problemas, se había establecido que la evaluación es uno de los aspectos en el que difieren ambas estrategias, los docentes por lo general están acostumbrados a ser los únicos en condiciones de medir los conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes con métodos clásicos como el examen o a través de la resolución de problemas al final de un capítulo, donde lo que se evalúa es el producto. De acuerdo a Bermejo y Pedraja la aplicación del ABP implica un proceso distinto de evaluación [14].

El objetivo de un proceso ABP ha de ser que el estudiante alcance la comprensión profunda de los fenómenos, la interrelación de las disciplinas, y en especial la capacidad de movilizar el conocimiento adquirido para el análisis y la solución de problemas nuevos y encardinados en contextos lo más reales posible. Habrá, pues, que incorporar nuevos métodos de evaluar conocimientos. Una evaluación autentica, en suma (Bermejo & Pedraja M., 2008).

La metodología ABP permite que el estudiante participe también de la evaluación, siendo esta una parte integral del proceso de enseñanza-aprendizaje que se da de manera continua y no solo al final de la instrucción. La evaluación con esta metodología es tanto formativa como sumativa, la primera se da durante todo el proceso con la finalidad de proporcionar retroalimentación al estudiante para mejorar su aprendizaje, mientras que la sumativa se diseña para evaluar el desempeño.

Una de las actividades más importantes a considerar por el docente cuando se planifica el ABP, es definir la forma como se medirán los aprendizajes en base a los resultados que se espera alcanzaran los estudiantes, pues estos

resultados direccionaran el aprendizaje. MacDonald y Savin Baden (2004, p.7) plantean algunos principios que sirven de guía cuando se evalúa en un entorno ABP [15].

- La evaluación debe estar basada en un contexto practico real que guarde relación con lo que el estudiante pueda encontrarse en el futuro.
- Los estudiantes deben empezar a experimentar y apreciar el hecho de que en su ejercicio profesional, se encontraran con compañeros, clientes y colegas, autoridades que les evaluaran.
- Se debe asegurar que haya un alineamiento entre los objetivos del docente y los resultados de aprendizaje de los estudiantes, entre el aprendizaje y los métodos de enseñanza adoptados, y la evaluación de los resultados, métodos y criterios
- Los estudiantes deben ser capaces de participar de la evaluación y autoevaluación.
- La evaluación debe reflejar el desarrollo del estudiante durante todo el proceso de instrucción.

Formas de evidenciar la evaluación en ABP

En la revisión de la literatura se mencionan una amplia variedad de formas de evidenciar los resultados de aprendizaje cuando se aplica la metodología ABP entre las más utilizadas tenemos: los pre-test y post-test, portafolios, autoevaluación y reflexión, evaluación por pares, presentaciones orales individuales y grupales e informes escritos [9,15].

Una herramienta que permite realizar una evaluación autentica del desempeño que el estudiante ha alcanzado con la aplicación del ABP, es la rúbrica, la cual proporciona información relevante acerca de los logros del estudiante y del grupo durante el proceso de aprendizaje, siguiendo una serie de criterios establecidos por el profesor guía. La evaluación por pares y la autoevaluación del estudiante por su parte, son herramientas importantes para el proceso de retroalimentación que será monitoreado por el docente, ya que la información que se obtenga puede ayudar a que la experiencia de aprendizaje sea positiva.

2.1.5. Modelo de la Universidad de Tampere.

El término modelo se emplea en ABP en dos sentidos: Para proporcionar una estructura que permita llevar a cabo la realización de cada problema o para describir un modelo instruccional (Raine & Symons, 2008, p.10).

El modelo ABP que se utilizó para el desarrollo de la presente investigación se refiere al primer caso; este modelo fue adoptado por la Universidad de Tampere, Finlandia y está basado en dos bien conocidos modelos: El modelo de los “siete pasos” de la Universidad de McMaster en Canadá y el modelo cíclico de la Universidad de Linköping en Suecia.

En este modelo el problema se resuelve en ocho etapas. Las etapas uno a cinco se implementan en la primera sesión con el tutor. El propósito de esta sesión es recordar y estructurar el conocimiento previo relacionado con el tema en cuestión. Al finalizar estas etapas los objetivos y las tareas de autoestudio son formulados. Entre sesiones, los estudiantes adquieren la información estudiando individualmente o colectivamente. Las etapas siete a ocho comprenden el análisis y síntesis del conocimiento adquirido durante la etapa de autoestudio. Los logros del proceso de estudio son evaluados durante cada una de las fases de cada sesión [16].

Primera Etapa: Introducción

El tutor suministra el problema a cada uno de los grupos de estudiantes con el propósito de alcanzar los resultados del aprendizaje para la referida unidad. Se designan los roles que debe cumplir cada integrante del grupo. En este punto, los estudiantes se ponen de acuerdo sobre los conceptos que involucra el problema y también definen que fenómeno tiene que ser dilucidado. Si algunos términos no son claros, este es el momento para que el tutor aclare aquellos términos a los estudiantes.

Segunda Etapa: Lluvia de ideas

El conocimiento previo de los estudiantes acerca del tema es recuperado con la ayuda de la técnica lluvia de ideas (brainstorming). En esta etapa los estudiantes utilizan el método de asociación libre para generar ideas que estén

relacionadas con el problema, todas las experiencias o conocimientos relacionados al problema son anotadas.

Tercera Etapa: Revisión y Organización de la Información existente

Es la más laboriosa de todas las fases. Las ideas que surgieron de la discusión de la etapa anterior son clasificadas en temas lógicos. El grupo trata de explicar los fenómenos y hacer una hipótesis razonable de los motivos, consecuencias y soluciones detrás del problema.

Cuarta Etapa: Identificación de los objetivos de Aprendizaje

Esta etapa involucra la selección de los temas más importantes y relevantes al proceso de aprendizaje y a los resultados de aprendizaje del curso, la formulación de las necesidades de aprendizaje debe estar basada en los conocimientos y en la discusión del grupo

Quinta Etapa: Comprobación de la comprensión de los objetivos de aprendizaje

Esta etapa involucra la asignación de las tareas de aprendizaje, estas se puntualizan por parte de los estudiantes analizando el conocimiento existente que ellos tienen y definiendo las áreas en que los miembros del grupo tienen un conocimiento deficiente o muy poco claro. Es importante que las tareas de aprendizaje sean definidas por todos los miembros del grupo, de tal manera que se facilite el compromiso en el logro de las metas propuestas. Las tareas deben ser realistas en cuanto al tiempo asignado y a los recursos disponibles. Las tareas de aprendizaje se enuncian en forma de preguntas para hacerlas lo más concretas posible, esto facilita el logro del proceso de aprendizaje.

Sexta Etapa: Autoestudio

Esta etapa involucra la adquisición de la información de manera independiente. Los estudiantes trabajan individualmente en la búsqueda de información. Entre los diferentes métodos de adquisición de conocimiento tenemos las conferencias magistrales, entrevistas, diferentes clases de materiales escritos, los medios informativos, círculos de estudio y la Internet. Es importante que los estudiantes aprendan a usar la biblioteca para adquirir información y principalmente para que desarrollen las habilidades de recuperación y

procesamiento de la información. Dado que el tiempo es limitado es necesario que los estudiantes aprendan a planificar por adelantado un horario eficiente y real para lograr las metas de aprendizaje.

Séptima Etapa: Revisión de la información reunida

En esta etapa el grupo revisa uno a uno los objetivos de aprendizaje con la finalidad de determinar lo que se ha logrado hasta el momento, se discuten las cuestiones que aún están confusas o que no quedaron claras durante la etapa de autoestudio. Los estudiantes comparten la información que han encontrado, el propósito es trabajar con el nuevo conocimiento que fue adquirido en la etapa anterior y relacionarlo con la tarea.

Octava Etapa: Aplicación del nuevo conocimiento

En la etapa final se clarifica el conocimiento y el grupo vuelve al problema original para discutirlo una vez más pero esta vez con mayores conocimientos. En otras palabras, los resultados del aprendizaje se comparan con los objetivos de la unidad y el problema definido con anterioridad.

2.2. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS Y LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

En sus inicios el ABP fue diseñado exclusivamente para un currículo orientado a la enseñanza en las escuelas de medicina, actualmente debido a su efectividad se lo aplica en casi cualquier disciplina tanto a nivel de educación media como superior sobre todo en el área de ingeniería. Su aplicación en la enseñanza de la Física también está logrando acogida entre los docentes, que buscan implementar nuevas metodologías activas como alternativa a la clase tradicional, para desarrollar en los estudiantes una serie de habilidades como el pensamiento crítico y sobre todo la habilidad de resolución de problemas reales, relacionados con el entorno donde se aplican los conceptos de Física.

La enseñanza de la Física ha estado siempre relacionada a la resolución de problemas, sin embargo su efectividad como estrategia de enseñanza, se ha visto afectada por la tendencia de los estudiantes a resolver problemas cuantitativos de forma mecánica, sin prestar atención a la parte conceptual y

mucho menos al significado de la solución. Con el ABP los problemas planteados adquieren una mayor relevancia por basarse en situaciones de la vida real, si estos son los suficientemente complejos los estudiantes a través del trabajo en grupo tomarán un rol activo en la construcción del conocimiento [17].

Varios estudios relacionados proporcionan evidencia de la efectividad del ABP en la enseñanza de la Física y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes en cuanto a su familiarización con los fenómenos y hechos que ocurren en la naturaleza [18,19]. Fasce *et al.* (2001) compararon la metodología tradicional, con la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas en un curso de Física y reportaron que los estudiantes que emplearon el ABP, estaban más satisfechos tanto con la metodología de enseñanza como con el proceso de aprendizaje [20].

Se han desarrollado cursos ABP de Física para estudiantes de los primeros años de ingeniería, que implementados apropiadamente resultaron ser experiencias exitosas, logrando en los estudiantes una mayor comprensión de los conceptos físicos y un mejor desarrollo de las competencias claves de la profesión, como la capacidad para resolver problemas, trabajar en grupos colaborativos y la habilidad para aprender de manera autónoma [21], por otro lado también pese al efecto positivo en los estudiantes se ha detectado que una adecuada implementación del ABP depende en buena medida del problema planteado y de su relación con el campo de interés del estudiante para mantenerse motivado [22].

2.3. AUTOEFICACIA

La autoeficacia como constructo de la teoría socio cognitiva nace en 1977 con Albert Bandura quien en su artículo "*Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change*" (Autoeficacia: hacia una teoría unificada del cambio conductual), la define como la percepción o creencia personal de las propias capacidades en una situación determinada. Según Bandura, las creencias de autoeficiencia influyen en que actividades participamos, cuanto esfuerzo

gastamos en una situación, y en nuestras reacciones emocionales mientras prevemos una situación [23]. Bandura (1989) explica la importancia de la autoeficacia como creencias que funcionan como “un importante conjunto de determinantes próximos de la motivación humana, el afecto y la acción” [24].

Estas creencias o expectativas que se forma el individuo, están basadas en información aportada por cuatro fuentes: logros de ejecución, experiencias vicarias, persuasión verbal y los estados fisiológicos del individuo [23, 25]. La primera de ellas se relaciona con las experiencias de éxito personal, mientras más éxitos se experimenten se incrementaran las expectativas de dominio y, por otra parte, el tener fracasos de manera reiterada disminuye estas expectativas.

Las experiencias vicarias tienen gran importancia como fuentes de autoeficacia, sobre todo cuando, el estudiante no posee el suficiente conocimiento para afrontar una determinada actividad, entonces acude a observaciones de otros desempeños exitosos, para formarse la creencia o persuadirse de que también puede realizar con éxito la misma actividad.

Las creencias de autoeficacia se ven influenciadas, en gran medida por lo que los demás piensen acerca de lo que nosotros podemos o no podemos hacer, las personas se dejan llevar por la sugestión y al sentirse convencidas de que son capaces para desarrollar una actividad, se hacen más propensas a emplear un mayor esfuerzo para tener éxito con la actividad. La persuasión verbal como fuente de autoeficacia, si bien es ampliamente usada, no es la más potente pues sus efectos no implican un cambio duradero en las creencias del estudiante [26].

Los estados de ánimo también influyen en las creencias de autoeficacia, la cuarta forma de modificar estas creencias es reducir las reacciones de estrés, ansiedad y temor que afectan el desempeño de las personas.

2.3.1. Teoría de Aprendizaje Social de Bandura.

La teoría de Aprendizaje Social surge con el concepto de Autoeficacia propuesto por Bandura en su publicación de 1977, que más tarde se

consolidaría en 1986 con la publicación de “*Fundamentos sociales de pensamiento y acción: una teoría cognitiva social*”. Esta teoría también llamada “Teoría cognitiva social de la personalidad” proporciona un importante marco de referencia para comprender como las influencias cognitivas, afectan el aprendizaje humano como resultado de las interacciones entre factores personales, comportamientos y condiciones medioambientales. Desde esta perspectiva la autoeficacia está influenciada por nuestras acciones y afecta nuestro propio comportamiento y el medioambiente en el cual interactuamos [27].

La teoría cognitiva social define al aprendizaje como un proceso mental interno que puede o no ser reflejado en un cambio inmediato del comportamiento. El marco conceptual de esta teoría se sustenta en varios supuestos que tienen que ver con el aprendizaje y la ejecución de conductas.

Interacciones recíprocas

Bandura analiza la conducta dentro del marco teórico de la reciprocidad triádica, donde postula que la persona, el medioambiente, y el comportamiento están todos entrelazados para generar el aprendizaje en un individuo. Según la postura cognoscitiva social, la gente no se impulsa por fuerzas internas ni es controlada y moldeada automáticamente por estímulos externos. El funcionamiento humano se explica en términos de un modelo de reciprocidad triádica en el que la conducta, los factores personales cognoscitivos y acontecimientos del entorno son determinantes que interactúan con otros [28], [29].

Aprendizaje en acto y vicario

En la teoría cognoscitiva social, el aprendizaje es con mucho una actividad de procesamiento de la información en la que los datos acerca de la estructura de la conducta y de los acontecimientos de entorno se transforman en representaciones simbólicas que sirven como lineamientos para la acción (Bandura, 1986).

El aprendizaje ocurre en acto, consistente en aprender de las consecuencias de las propias acciones, o en modo vicario, por la observación del desempeño de modelos.

Aprendizaje y desempeño

El tercer supuesto de la teoría cognoscitiva social se refiere a la distinción entre el aprendizaje y la ejecución de las conductas aprendidas. Al observar a los modelos, el individuo adquiere conocimientos que quizá no exhiba en el momento de aprenderlos. Los estudiantes adquieren conocimientos declarativos (acontecimientos históricos) y fragmentos organizados (poemas, canciones), conocimientos de procedimiento (conceptos, reglas, algoritmos); así como conocimientos condicionales (cuando emplear las formas de los conocimientos declarativos o de procedimiento y porque hacerlo así). Cualquiera de estas formas son conocimientos adquiridos no demostrados en el momento

2.3.2. Medición de la Autoeficacia.

Bandura (1997) sugiere a los investigadores que “las creencias de autoeficacia deberían ser medidas en términos de juicios específicos de capacidad, sometidos a variaciones en función de la actividad, las exigencias de la tarea y otras múltiples circunstancias situacionales” [26]. Bandura considera que la autoeficacia es mejor conceptualizada y medida como un constructo multidimensional, por lo que la medición se debe realizar en un área concreta, recomienda alinear una actividad o tarea con la autoeficacia de esa actividad específica en lugar de evaluar de forma generalizada la autoeficacia. Pajares (1996, pp. 547) indica que las evaluaciones de dominio específico son más predictivas y explica que en el ámbito académico los instrumentos de autoeficacia pueden pedir a los estudiantes que califiquen su confianza para resolver problemas matemáticos específicos, realicen determinadas tareas de lectura o escritura, o participen en ciertas estrategias de autorregulación[29].

2.3.3. Autoeficacia en la enseñanza de la Física

La autoeficacia juega un papel fundamental en el ámbito académico. Se ha comprobado, mediante diversos estudios, que los conocimientos y la habilidad, de por sí, no son suficientes para garantizar y predecir un buen desenvolvimiento académico.

Dos personas con la misma habilidad pueden presentar un desempeño diferente, producto de sus creencias de eficacia. Al inicio de una actividad, los estudiantes difieren en su autoeficacia para el aprendizaje en función de sus experiencias anteriores, cualidades personales y apoyos sociales. Los estudiantes que tienen altas expectativas de autoeficacia, están más motivados y logran un mayor rendimiento en las tareas de aprendizaje. La autoeficacia es mayor cuando perciben que se están desempeñando bien (Pajares & Schunk, 2001) [30].

De acuerdo a lo planteado con anterioridad se considera que la autoeficacia, es la creencia que tiene una persona acerca de su capacidad para realizar una tarea específica, en general los muy capaces se sienten más eficaces, para realizar una tarea que los menos capaces. Esto es importante en enseñanza sobre todo por ser un indicador de las expectativas que tiene el estudiante y del esfuerzo que este podría dedicar para alcanzar el objetivo de aprender un tópico específico de Física. Varios estudios han establecido que las creencias de autoeficacia son buenos predictores del desempeño académico. A nivel secundario se han dado algunas investigaciones que avalan la conexión ente autoeficacia y logro académico [31].

En lo que respecta a educación superior la literatura relacionada con investigaciones sobre autoeficacia es muy limitada, son pocos los estudios que se han desarrollado para determinar su relación con el desempeño académico y menos con los logros en ciencias. En el caso de la enseñanza de la ciencias, para investigar cómo afecta el desempeño académico las creencias de autoeficacia en la enseñanza de Física, Fencil y Scheel (2005) realizaron un estudio sobre como los diferentes ambientes de aprendizaje afectan la autoeficacia de los estudiantes.

Para determinar si las estrategias de resolución de problemas de Física afectan el rendimiento y las creencias de autoeficacia Çalışkan, Selçuk, y Erol (2010) realizaron estudios a nivel universitario con resultados positivos. Encontraron que aplicar estrategias de resolución de problemas, puede mejorar en los estudiantes sus habilidades para resolver problemas y a la vez ayudar a desarrollar la autoeficacia [32]

2.4. LA CONCEPTUALIZACIÓN DE ENERGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA

El concepto de energía desempeña un papel muy importante en el análisis de la termodinámica, sin embargo, se han detectado problemas en la enseñanza de este tópico en los diferentes niveles de educación, las principales razones de esto se encuentran relacionadas con los métodos de enseñanza que emplean los docentes para abordar el tema energético y sobre todo con la dificultad que se presenta, al tratar de establecer una definición apropiada del término.

El concepto de energía mayormente aceptado en los libros de texto a nivel secundario, está relacionado con las ideas que presentan los estudiantes; los textos inician las secuencias didácticas de esta unidad tratando el tema del trabajo, se considera a la energía como la capacidad para realizar un trabajo o como una posibilidad para producir cambios, restringiendo el concepto a un análisis estrictamente mecánico. Con respecto a este punto varios autores (como se cita en Bañas y Ruiz, 2004) consideran que para llegar a un concepto más general, la energía debería introducirse como una magnitud fundamental, que permita la interacción entre sistemas y origine procesos de transformación [33].

A nivel preuniversitario los alumnos arrastran consigo una serie de concepciones alternativas acerca del tema de energía y su principio de conservación (primera ley de la termodinámica), las mismas que se asocian en ciertos casos a conceptos analizados previamente en los niveles más bajos de formación. El estudiante por lo general se basa en lo cotidiano para establecer una relación de lo que aprende en las aulas y asocia con cierta base científica

por ejemplo, la energía con la fuerza, con el movimiento, con el funcionamiento de los aparatos, para ellos energía es un bien o un recurso que se presenta en diferentes formas como la electricidad (y alimentos), o almacenada en combustibles fósiles tales como gasolina, petróleo, gas, carbón; su conservación implica ahorro y su degradación significa decrecimiento en su cantidad [3, 34].

Como afirman Tatar y Oktay (2007), discutir el concepto de energía sin analizar el principio de conservación en un sistema cerrado, es casi imposible puesto que son conceptos estrechamente relacionados y ambos son importantes para una mejor comprensión de cómo suceden las cosas en nuestro mundo. Este principio afirma el hecho de que la energía en un sistema se conserva, aun cuando ciertas formas de energía puedan cambiar en otras formas [35].

Los cambios que un sistema experimenta pueden implicar la transformación de algunos tipos de energía en otras formas de energía (por ejemplo, potencial gravitatoria en cinética), o la transferencia de energía a partir de algunos sistemas a otros sistemas, o de algunas partes de un sistema a otras partes del mismo sistema (como ocurre cuando los objetos a diferentes temperaturas se ponen en contacto uno con el otro) [36].

2.5. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA.

Los estudiantes de Física de los cursos iniciales a nivel universitario, por lo general tienen dificultades para reconocer la importancia de la Primera ley y sus aplicaciones prácticas en diferentes situaciones físicas relacionadas con la ingeniería, incluso presentan problemas en la comprensión de conceptos fundamentales, como calor y trabajo, que se asume dominan. Un aspecto a tomar en cuenta en la enseñanza de la termodinámica, es el hecho de que la mayoría de los estudiantes se frustran y desmotivan, porque consideran de difícil comprensión los principios y conceptos que se tratan en los cursos de Física térmica y en la mayoría de los casos, no establecen conexiones con situaciones de la vida real, lo que los conduce a pensar que la termodinámica es aburrida y no resulta de ningún interés [37].

Se han desarrollado estudios (Loverude.*et al.*, 2002) para determinar en qué grado los estudiantes universitarios de Física térmica, dada una situación física familiar, pueden reconocer la relevancia de la primera ley de la termodinámica para predecir una observación, decidir si hay transferencia de calor o trabajo realizado, y relacionar estas cantidades a los cambios de energía interna del sistema [38].

A breves rasgos la primera ley también conocida como Principio de Conservación de la Energía establece que: La energía no se crea ni se destruye, solo se conserva. La ecuación general de la conservación de energía establece, que el cambio neto de la energía total de un sistema durante un proceso, es igual a la diferencia entre la energía que ingresa y la energía que sale del sistema durante ese proceso.

$$E_{entra} - E_{sale} = \Delta E_{sistema}$$

En su forma diferencial,

$$\dot{E}_{entra} - \dot{E}_{sale} = \frac{dE}{dt}$$

Aplicada a la termodinámica esta ley, matemáticamente se define como:

$$\Delta U = Q - W$$

Lo anterior establece que la cantidad de calor Q trasferida hacia el sistema menos la cantidad de trabajo W hecho por el sistema, debe ser igual al correspondiente cambio en la energía interna ΔU del sistema.

El cambio de energía también puede expresarse como una diferencial para un cambio infinitesimal:

$$dU = \delta Q - \delta W$$

2.6. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA

A diferencia de lo que ocurre con la primera ley de la termodinámica, con respecto a enseñanza se ha publicado poca investigación relacionada con la comprensión de la entropía y la segunda ley de la termodinámica a nivel de cursos universitarios introductorios.

Si consideramos los libros de texto universitarios empleados para la enseñanza de Física y termodinámica, que por lo general son los que marcan la pauta para lo que el docente transmite a sus estudiantes, estos también contribuyen a la falta de comprensión e influyen en el aprendizaje de los contenidos que se presentan en forma de conceptos, leyes, principios, teorías.

Los conceptos de entropía y la segunda ley de la termodinámica, son elementos clave del plan de estudios introductorio para estudiantes de pregrado, en una amplia variedad de campos de la ciencia e ingeniería. En cuanto a la segunda ley “es quizás el concepto más importante relacionado con la energía, ya que es la característica limitante en la capacidad de la humanidad para aprovechar la energía para realizar trabajo útil” [39].

Para una mejor comprensión de la segunda ley es necesario conocer previamente el concepto de máquina térmica o máquina de calor. El término máquina térmica se usa para dispositivos que transforman parcialmente el calor, en trabajo o energía mecánica. La idea básica detrás de cualquier máquina térmica es que se puede obtener energía mecánica a partir de energía térmica, absorbiendo calor de un depósito a alta temperatura y rechazando el calor a uno de baja temperatura. Un depósito que entrega energía mediante el mecanismo calor, recibe el nombre de fuente y uno que absorbe energía por este mismo mecanismo se denomina sumidero.

Hay dos enunciados clásicos que se refieren a la segunda ley, el enunciado propuesto por los científicos Kelvin y Planck y el enunciado del físico germano Clausius [40, 41].

El enunciado Kelvin-Planck de la segunda Ley de la termodinámica, se expresa como sigue:

Es imposible que un dispositivo que opera en un ciclo reciba calor de un solo depósito y produzca una cantidad neta de trabajo.

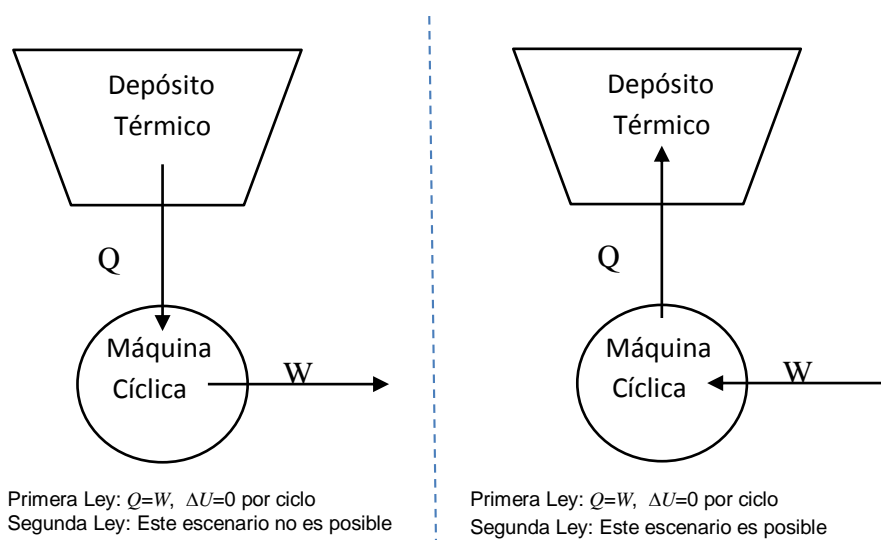


Figura 2.1. Esquema del enunciado de Kelvin-Planck de la Segunda Ley

En términos más sencillos, el anterior esquema indica que se puede convertir todo el trabajo en calor, pero no es posible convertir todo el calor en trabajo, por lo que no existe una máquina térmica que tenga una eficiencia del 100%.

El enunciado de Clausius se expresa como sigue:

Es imposible construir un dispositivo que opere en un ciclo sin que produzca ningún otro efecto que la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura.

De acuerdo a este enunciado, el calor no puede pasar por sí mismo, de un cuerpo más frío a otro más caliente, en ningún proceso como se muestra en el gráfico.

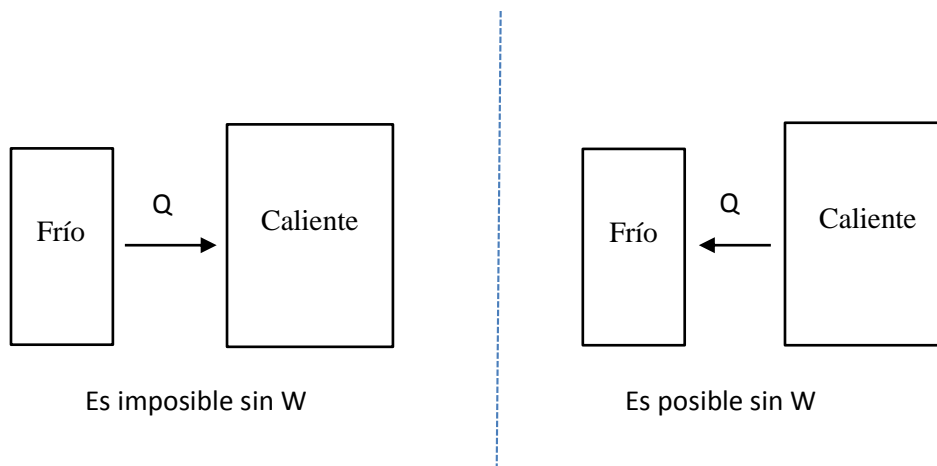


Figura 2.2. Esquema del enunciado de Clausius de la Segunda Ley

Los dos enunciados anteriores son dos formas diferentes de explicar el mismo problema y pueden emplearse como expresiones de la segunda ley de termodinámica, de aquí que ambos son equivalentes. De esta manera se puede decir que la violación del enunciado de Kelvin-Planck, conduce a la violación del enunciado de Clausius y viceversa.

En contextos no técnicos, las ideas relacionadas con la entropía y la segunda ley se introducen a menudo en el contexto de la eficiencia energética y la conservación. Una idea central es que, incluso bajo condiciones ideales, por ejemplo, en un ciclo reversible, el trabajo utilizable que puede ser adquirido a través de un proceso cíclico, a partir de una cantidad dada de energía de calefacción es menos de 100% de la energía. Este concepto tiene implicaciones amplias pero fácilmente lleva a malentendidos y confusión [42].

Los enunciados de la segunda ley al ser negativos nunca han sido comprobados, en vista de que al ser una ley física y estar basada en observaciones experimentales, no hay en la actualidad algún experimento que contradiga sus enunciados.

2.7. TÉCNICA ESTADÍSTICA: PRUEBA T DE STUDENT .

Una de las herramientas usadas con mucha frecuencia en investigación educativa para comprobar hipótesis es la prueba “t” de student o t-test desarrollada por William Gosset en 1908.

Este estadístico cuyo uso más común es la prueba de hipótesis acerca de una sola población, también permite comparar las medias de dos grupos de observaciones en diferentes momentos de la investigación y determinar si estas difieren de manera significativa, lo que tiene los siguientes supuestos:

1) Las observaciones en cada grupo siguen una distribución normal; 2) la desviación estándar en ambas muestras es igual, y 3) independencia. El valor de las observaciones en un grupo no proporciona información alguna sobre el otro grupo [43].

La prueba “t” de Student se emplea para comparar las medias de dos grupos independientes, o las diferencias pareadas entre dos grupos dependientes, cuando el tamaño de muestra es pequeño, < 30 . El procedimiento de la prueba t para muestras dependientes evalúa si existe una diferencia significativa entre las medias de las dos variables. Este diseño también se conoce como un diseño de grupos correlacionados debido a que los participantes en los grupos no se asignan de forma independiente [44]

Como el tamaño de los datos cuantitativos a analizar en el presente estudio era pequeño y como tenemos dos muestras relacionadas, es decir que se evaluó a los mismos sujetos en dos momentos diferentes, se justifica el uso de la prueba t pareada para comparar si hay una diferencia significativa entre las pruebas de entrada y de salida. De esta manera se trata de un mismo grupo de estudiantes a quienes se recepta la prueba dos veces y en base al análisis de las puntuaciones obtenidas, se muestra la eficacia del tratamiento a fin de saber si este ha producido algún efecto sobre los sujetos de observación, a un nivel que sea estadísticamente significativo.

La prueba t pareada o emparejada proporciona una prueba de hipótesis de la diferencia entre las medias de población para un par de muestras aleatorias cuyas diferencias se distribuyen de forma aproximadamente normal [45].

En el contraste de medias la hipótesis nula establece que el tratamiento no presenta efecto, frente a la alternativa de que si existe diferencia. El efecto será estadísticamente significativo si la significación calculada es inferior a cierta cantidad (5% o 1%).

2.8. GANANCIA DE APRENDIZAJE DE HAKE

Para la investigación en enseñanza de la Física la ganancia normalizada propuesta por Richard Hake (1998), se ha convertido en una herramienta muy popular que ofrece un análisis coherente, cuando se requiere comparar diferentes métodos de enseñanza y determinar la efectividad de la instrucción, sobre el aprendizaje de los estudiantes. Este valor permite contrastar por ejemplo, el desempeño de los estudiantes en los cursos de Física tradicional, con el desempeño de los estudiantes en cursos donde se implementan métodos de enseñanza activa.

Hake define la ganancia normalizada como la razón del incremento promedio en los puntajes de los estudiantes, con respecto al máximo incremento promedio que se debería obtener como resultado de que todos los estudiantes alcanzaran calificaciones perfectas en los post test, es decir la ganancia normalizada $\langle g \rangle$ es la razón de la ganancia media real $\langle G \rangle$ y la ganancia media máxima [46].

$$\langle g \rangle = \frac{\langle G \rangle}{\langle G \rangle_{max}}$$
$$\langle g \rangle = \frac{\langle pos\ test \rangle - \langle pre\ test \rangle}{\langle puntaje\ máximo \rangle - \langle pre\ test \rangle}$$

Donde $\langle pos\ test \rangle$ y $\langle pre\ test \rangle$ son los valores promedio de las calificaciones correspondientes a las pruebas de entrada y salida.

Para propósitos de análisis el índice de ganancia, permite cotejar las pruebas de entrada y salida con los siguientes criterios: ganancia alta ($\geq 0,7$), ganancia media ($0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$) y ganancia baja ($< 0,3$).

CAPÍTULO III

MÉTODO

3.1. SUJETOS

La naturaleza de esta investigación es de carácter cuantitativa y para el desarrollo del presente trabajo, participaron estudiantes tanto hombres como mujeres registrados en el segundo semestre de ingeniería de una Universidad de la Provincia de Manabí, que estaban tomando la asignatura de Física II durante un periodo regular.

La edad de los estudiantes estaba comprendida entre 17 y 20 años. El total de alumnos que formaron parte de este estudio fue de 48 y estaban distribuidos en dos grupos, uno de ellos identificado como grupo experimental, trabajó con ABP (GE =25) y el otro grupo llamado de control, recibió la instrucción sin la metodología ABP (GC=23). En este punto es preciso mencionar que no se realizó un muestreo aleatorio, por cuanto el investigador no intervino en la composición de la muestra, ya que fue la propia institución académica superior la encargada de la asignación de los grupos de estudiantes, correspondientes a los dos cursos con los cuales se realizó la investigación, por lo tanto, los grupos se consideran intactos al no haber sido seleccionados de forma aleatoria.

3.2. TAREAS Y MATERIALES.

La tarea instruccional utilizada para este estudio fue la unidad de Termodinámica, a la cual se le dedicó un tiempo de 16 horas clase. Como se mencionó antes se establecieron dos grupos intactos bien definidos, uno experimental (GE) al cual se le aplicó la estrategia ABP, a través del planteamiento de un problema de la vida real y el grupo de control(GC) el cual trabajó la unidad sólo con la metodología tradicional, siguiendo el programa curricular de la asignatura. El tiempo de instrucción y el contenido de la asignatura fue el mismo para todos los grupos de estudio, pues al inicio del periodo académico los estudiantes recibieron por parte del profesor el silabo

con los contenidos y los resultados de aprendizaje. El grupo experimental recibió además, material instruccional relacionado con el escenario del problema ABP (anexo 3), el mismo que fue diseñado para cubrir una sección específica del contenido curricular de la asignatura, es decir, el capítulo relacionado con las leyes de la termodinámica.

Debido a que no existe un instrumento específico para determinar las creencias de autoeficacia de los estudiantes universitarios en el aprendizaje de las leyes de la termodinámica, para el presente estudio se construyó una prueba o cuestionario de 10 ítems con escala de respuesta 0-100 puntos en unidades de 10, considerando que este tipo de escalas tienen un mejor poder predictivo y proporcionan resultados más satisfactorios cuando se mide la autoeficacia.

La escala fue elaborada por el autor de la presente investigación y se diseñó a partir de la guía para construir escalas valorativas de autoeficacia de Bandura. Es necesario destacar que un cuestionario todo propósito de autoeficacia, no es un buen método para medir el nivel de confianza que tiene un estudiante, para el desarrollo de una tarea en una situación particular. Bandura considera que se obtienen resultados mucho más precisos, cuando se elaboran instrumentos de dominio específico para una disciplina.

Tomando en cuenta este último factor, el instrumento desarrollado se adaptó para ser de dominio específico y los ítems se diseñaron también en función de los logros de aprendizaje esperados. Los estudiantes respondieron el cuestionario antes y después de la instrucción, independientemente de la metodología de enseñanza que siguieron en el curso.

Además con la finalidad de medir el rendimiento académico, para la recolección de datos se empleó como instrumento de evaluación, un test compuesto de 20 ítems relacionados con la primera y segunda ley de la termodinámica (Anexo 2), varios de los ítems fueron adaptados de la librería con preguntas y problemas de Física, incluida en la página web de acceso público del proyecto A2L: Assessing to Learn Physics de la Universidad de Massachusetts [47]. Este cuestionario se aplicó antes y después de la instrucción.

3.3. VARIABLES

Las variables que se estudian en esta investigación son:

3.3.1. Variable Independiente: Método de enseñanza aplicado con dos niveles: con Aprendizaje Basado en Problemas y sin Aprendizaje Basado en Problemas (metodología tradicional).

3.3.2. Variables Dependientes: La variable dependiente de interés para este estudio es el rendimiento académico de los estudiantes en el aprendizaje de la primera y segunda Ley de la Termodinámica. Se establece una segunda variable dependiente de tipo secundario que es la autoeficacia, la cual contribuye en esta investigación a establecer cuál es el efecto de ésta, en la relación entre ABP y rendimiento académico.

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Con la finalidad de analizar el efecto del ABP sobre el rendimiento de los estudiantes en el estudio de las leyes de la termodinámica, se realizó una investigación cuantitativa con un diseño cuasi-experimental de grupos intactos, que se asignaron de forma real de acuerdo a la distribución hecha por la unidad académica de la institución educativa superior.

El esquema del diseño se estableció de la siguiente manera:

$$\frac{O_1 X O_2}{O_3 O_4}$$

En este diseño clásico muy común en ciencias experimentales se dispone de dos grupos, uno experimental y otro de control que para este caso también podría ser considerado como de contraste. Las observaciones O_1 y O_2 corresponden a las mediciones con pre-test (para garantizar la validez interna del experimento) y post-test (para evaluar la variable dependiente en el grupo experimental), siendo X el tratamiento con la metodología ABP; O_3 y O_4 constituyen las observaciones hechas en el grupo de control sin ABP para medir el rendimiento académico. De la misma manera a ambos grupos se les aplicó un pre y post test de autoeficacia; así tal como muestran los siguientes gráficos, las situaciones mencionadas son:

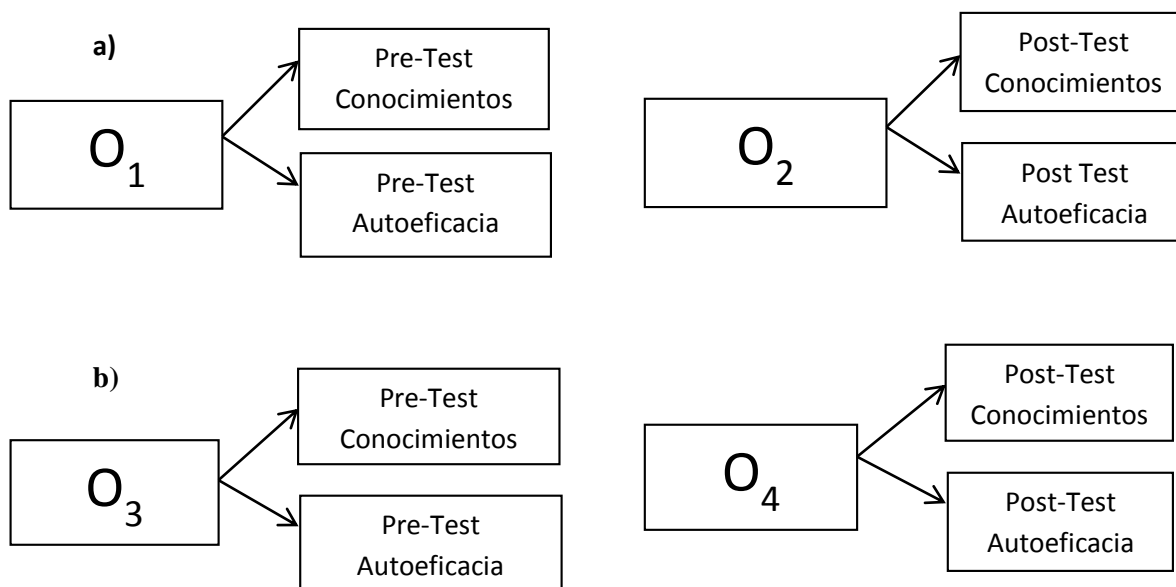


Figura 3.1. Diseño de la Investigación.
(a) Observaciones Grupo experimental. (b) Observaciones Grupo de Control

3.5. PROCEDIMIENTO

A continuación se describe la secuencia de actividades que se desarrollaron para llevar a cabo la presente investigación.

Al inicio del curso en la primera semana de clases se aplicó un cuestionario de autoeficacia, con la finalidad de conocer cuan motivados están los estudiantes para aprender los conceptos de Física relacionados con las leyes de la termodinámica, se dieron las mismas instrucciones para su aplicación a los dos grupos. Posteriormente se les entregó a los estudiantes un test, con preguntas relacionadas a los temas de termodinámica para determinar cuáles son las ideas previas, el tiempo de duración de dicha prueba no fue superior a 40 minutos.

En el grupo de control que recibió la clase con el formato tradicional de actividades centradas generalmente en el docente, se cubrieron los tópicos relacionados con la primera y segunda ley de la termodinámica como parte del currículo de la asignatura de Física II. Es oportuno destacar que las clases fueron impartidas a ambos grupos por el mismo profesor.

El tiempo empleado por los estudiantes del grupo experimental para completar la instrucción fue de tres semanas. Durante la intervención en el grupo experimental se desarrollaron una serie de actividades didácticas para aplicar la instrucción ABP, de acuerdo con el modelo de la universidad de Tampere. En vista que los estudiantes no tenían una experiencia previa con la forma de trabajar en ABP, recibieron capacitación durante la primera semana de la intervención para familiarizarlos con la metodología, completando cuatro horas de entrenamiento. Se realizó una breve descripción de una clase regular de ABP y se explicó mediante un escenario de ejemplo, cuales debían ser los roles a cumplir por los estudiantes antes de su implementación, además se indicó detalladamente cada una de las fases del proceso, de acuerdo con la planificación presentada en el Anexo 3.

Los estudiantes del grupo convencional recibieron la instrucción en dos semanas. Finalmente después de terminar la instrucción de la unidad con ambas metodologías, se receptó a ambos grupos la prueba de salida de autoeficacia y el post-test de termodinámica. 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

Para realizar el procesamiento y análisis de datos de las pruebas de entrada y salida tanto del grupo de control como del experimental, se utilizó el software estadístico R Ver. 3.0.1 de distribución libre. El análisis de datos, en lo que respecta a la comparación de medias entre grupos, se realizó a través de estadística descriptiva e inferencial empleando la prueba *t* emparejada, con una significación de 0,05 y $n-1$ grados de libertad. Con el propósito de medir la ganancia de aprendizaje de ambos grupos de estudio, una vez aplicada la instrucción se realizó el cálculo de la ganancia media normalizada de Hake. Finalmente para efectuar comparaciones entre grupos y rechazar o aceptar las hipótesis nulas, se aplicó una prueba *t de student* con una confianza del 95% de que la diferencia observada no se debe al azar.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Una vez aplicados los instrumentos de evaluación a los grupos de estudio, se procedió a realizar la tabulación de datos, a continuación se presentan los principales resultados estadísticos de las pruebas relacionados con las hipótesis de investigación.

4.1. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS

En la Tabla 4.1 se muestran 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 obtenidas en las evaluaciones realizadas al grupo de control, en el estudio de las leyes de la termodinámica.

Tabla 4.1. Datos estadísticos de las pruebas de termodinámica del Grupo de Control.

Pruebas	Sujetos	Media	Desviación estándar	Calificación más alta	Calificación más baja	Rango
Prueba de entrada	23	6,1304	2,1596	10	2	8
Prueba de salida	23	10,43478	1,9960435	14	7	7

En la Tabla 4.2 se muestran el número de sujetos, la desviación estándar, la media, la calificación más alta, la calificación más baja, y el rango de las pruebas de entrada y salida de termodinámica para el grupo experimental.

Tabla 4.2. Datos estadísticos de las pruebas de termodinámica del Grupo Experimental

Pruebas	Sujetos	Media	Desviación estándar	Calificación más alta	Calificación más baja	Rango
Prueba de entrada	25	6,320	2,15484	11	2	9
Prueba de salida	25	12,200	2,3273733	16	7	9

La figura 4.1 muestra los promedios de las calificaciones antes y después de la intervención a los grupos de estudio.

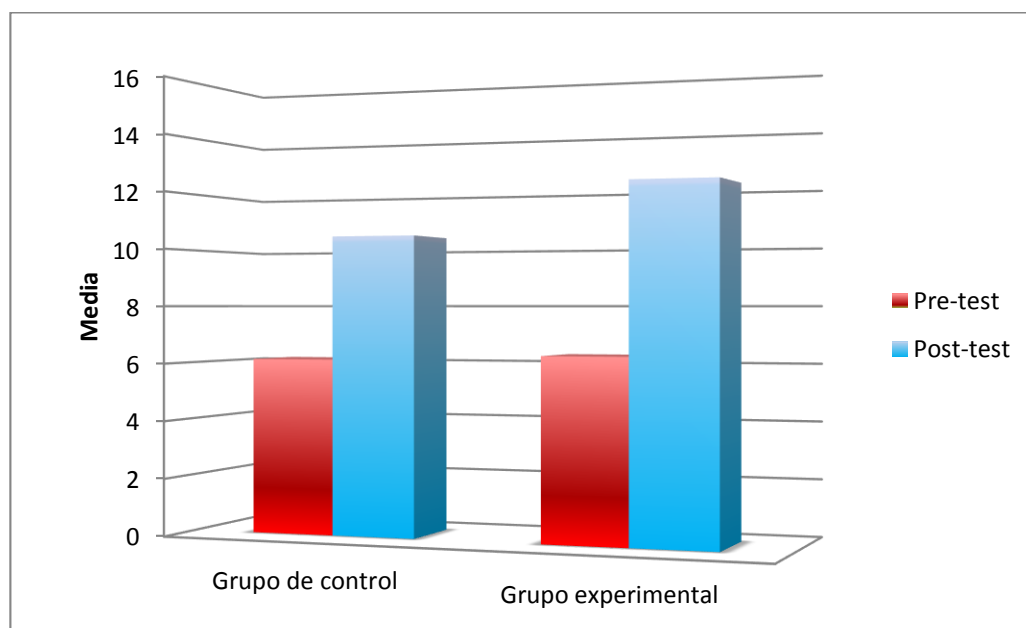


Figura 4.1. Promedios de las pruebas receptadas a los grupos de estudio

Se procedió a aplicar la prueba *t-student* emparejada como procedimiento de comparación de medias, con la finalidad de determinar posibles diferencias significativas en las calificaciones obtenidas antes y después de la intervención.

La prueba *t* emparejada entre la prueba de termodinámica final e inicial del grupo de control dio un valor de ($t = 8,6647$) y $df = 22$, con un *p*-valor de 0,0000000153 mucho menor a 0,05.

La prueba *t* emparejada entre la prueba de termodinámica final e inicial del grupo de experimentación dio un valor de ($t = 8,5062$) y $df = 24$, con un *p*-valor de 1.048e-08 mucho menor a 0,05.

Para determinar si la hipótesis relacionada con el rendimiento académico tiene validez, se ha realizado una prueba *t de Student* a partir de los datos obtenidos en las pruebas de salida de ambos grupos, para lo cual se utilizó el programa R. 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 4.3. Resultados de la prueba t sobre la hipótesis H01

95% intervalo de confianza		t	df	p-valor
Inferior	Superior			
0.5082	3,022	2,827	46	0,006944

4.2. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE AUTOEFICACIA

Una vez suministrado el cuestionario de autoeficacia se realizó el respectivo análisis estadístico, en la Tabla 4.4 se muestran el número de sujetos, la desviación estándar, la media, la calificación más alta, la calificación más baja, y el rango del cuestionario de autoeficacia implementado al grupo de control, al principio y al final de la instrucción. El cuestionario constaba de 10 items y las calificaciones tenían un rango de 0 a 100, de acuerdo a la escala diseñada por el autor de la presente investigación para medir la autoeficacia.

Tabla 4.4. Datos estadísticos de los Test de Autoeficacia del Grupo de Control

Test	Sujetos	Media	Desviación estándar	Calificación más alta	Calificación más baja	Rango
Prueba de entrada	23	514,348	184,80521	840	100	740
Prueba de salida	23	576,522	186,796299	880	200	680

En la Tabla 4.5 se muestran el número de sujetos, la desviación estándar, la media, la calificación más alta, la calificación más baja, y el rango del cuestionario de autoeficacia implementado al grupo experimental.

Tabla 4.5. Datos estadísticos de los Test de Autoeficacia del Grupo Experimental

Test	Sujetos	Media	Desviación estándar	Calificación más alta	Calificación más baja	Rango
Prueba de entrada	25	479,20	164,8211	770	140	630
Prueba de salida	25	677,80	143,3388	900	450	450

Para el grupo de control las medias de los puntajes para las prueba de entrada y salida fueron en su orden de 514,348 y 576,522. Los puntajes promedio de autoeficacia en el grupo experimental, fueron de 479,20 y 677,80 para las pruebas de entrada y salida respectivamente, lo que indica que el nivel de autoeficacia se incrementó para ambos grupos.

La prueba t emparejada entre el cuestionario final e inicial del grupo que aplicó el ABP dio un valor de ($t = 6,04515$) y $df = 24$, con un p-valor de $3.077e-06$, mucho menor a 0,05.

En lo referente al desarrollo de la autoeficacia, las diferencias entre el grupo experimental y el de control se examinaron con una *prueba t de Student*, realizada a partir de los datos obtenidos en las pruebas de salida a fin de determinar la validez de la hipótesis planteada. Los resultados se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Resultados de la prueba t sobre la hipótesis H02

95% intervalo de confianza		t	df	p-valor
Inferior	Superior			
5,10	197,46	2,1196	46	0.0395

4.3. RESULTADOS DE LA GANANCIA DE HAKE

Para valorar el aprendizaje en ambos grupos en las pruebas de conocimientos antes y después de la intervención, se realizó el cálculo de la ganancia normalizada promedio $\langle g \rangle$ cuyos resultados, junto con los puntajes promedio de las pruebas se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4.7. Resultados del cálculo de la ganancia media de Hake

	Grupo de Control	Grupo Experimental
Media del grupo antes de la intervención (postest)	6,1304	6,320
Media del grupo después de la intervención (pretest)	10,4348	12,200
Puntuación máxima	20	20
Ganancia normalizada de Hake $\langle g \rangle$	0,3103	0,4298

En la gráfica 4.2, el índice de Hake muestra la ganancia de los grupos de estudio con un incremento medio en el nivel de aprendizaje.

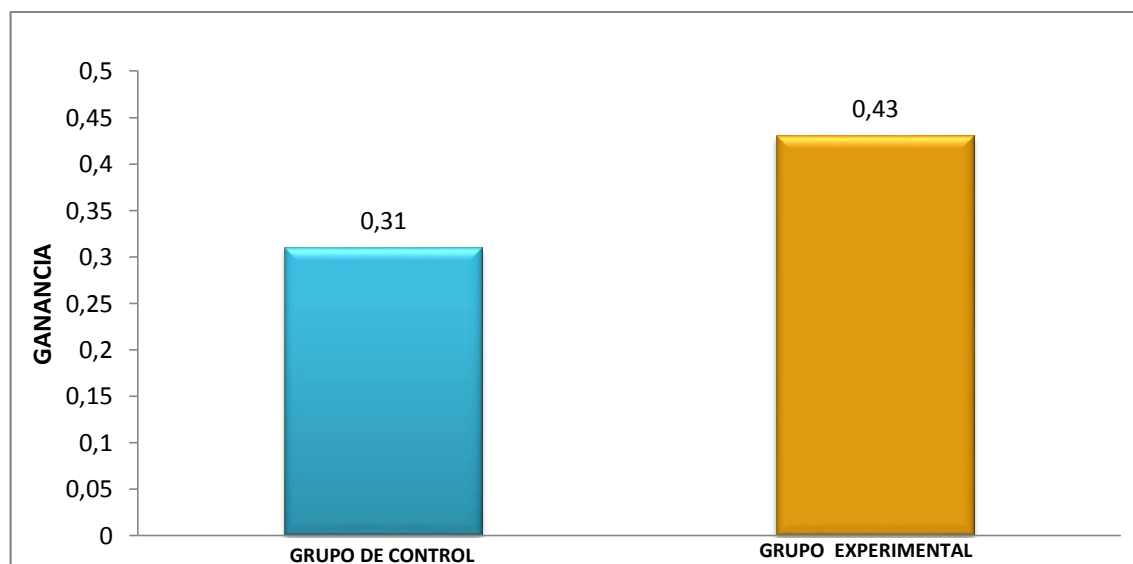


Figura 4.2. Gráfico de barras de la Ganancia media normalizada por grupos

En la figura 4.3 que muestra el trazo de la ganancia en cada grupo, se trazan dos líneas continuas para indicar el valor de las ganancias promedio, mientras que las líneas segmentadas dividen el gráfico en tres regiones de alta, media y baja ganancia. Los resultados obtenidos del cálculo de la ganancia de acuerdo con los criterios de Hake, ubican a los grupos de estudio dentro del nivel de ganancia media en el límite inferior ($0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$), si bien no se alcanzan niveles elevados se observa una mayor ganancia por parte del grupo que empleó la metodología ABP, con un valor superior al 40% en contraste con el grupo de control.

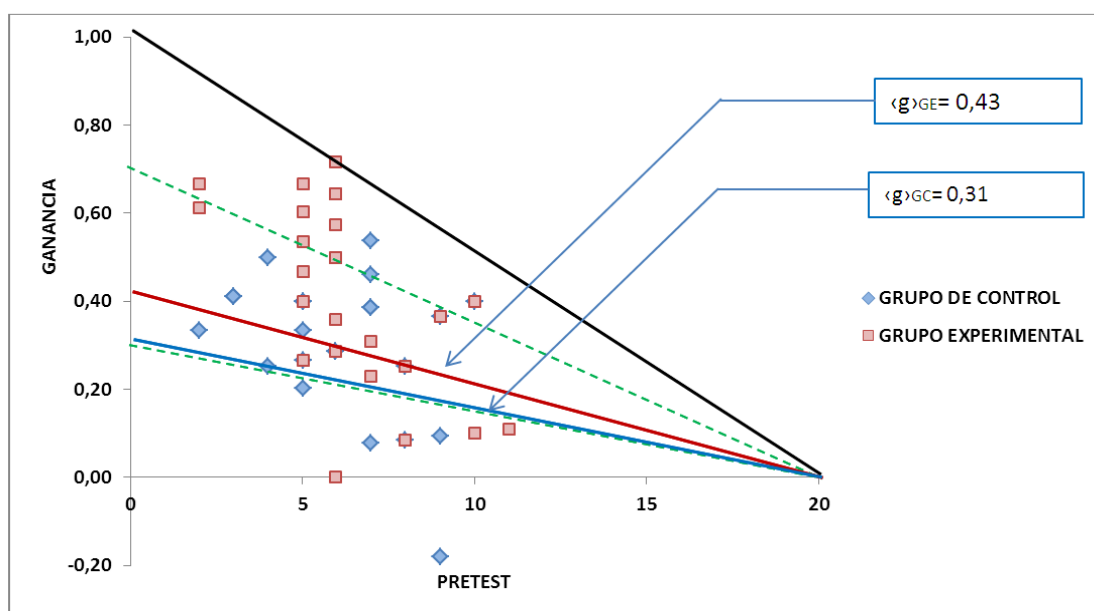


Figura 4.3. Gráfico de la ganancia media normalizada de los grupos de estudio

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS DE CONOCIMIENTOS Y AUTOEFICACIA

Los datos obtenidos con respecto a las notas medias de las pruebas de entrada en ambos grupos presentan semejanzas, se obtuvieron promedios de 6,13 y 6,32, y al aplicar la prueba t de student para comparar las dos medias ($p = 0,7624$, $t = 0,3041$), los resultados comprueban que no hay diferencia significativa en los conocimientos previos de los estudiantes. Estos resultados justifican que se valide el instrumento empleado, lo que hace que los grupos sean perfectamente comparables al inicio del estudio, pues el nivel de ambos era equivalente en cuanto al conocimiento que tenían relacionado a las leyes de la termodinámica.

En lo que respecta al rendimiento mostrado en las pruebas de conocimiento de salida, los datos de las tablas 4.1 y 4.2 revelan que el promedio en ambos casos mejoró después del tratamiento, con un incremento significativamente más elevado en las calificaciones del grupo que empleó la metodología ABP ($M=12,20$; $sd=2,327$), en comparación con el grupo que recibió la instrucción de la forma tradicional ($M=10,4347$; $sd=1,996$).

Los datos de las tablas de resultados de las pruebas post-test, revelan que los alumnos del grupo experimental obtuvieron mejores calificaciones en las pruebas de conocimiento, indicando una cierta ventaja en cuanto al puntaje sobre el grupo de control. En lo que respecta a la prueba t para muestras relacionadas, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas entre las pruebas receptadas antes y después de la instrucción, lo que indica que ambos grupos, lograron mejorar su desempeño.

Se evidenció en el grupo experimental una mayor retención de los conceptos durante la intervención, esto de cierta forma se puede atribuir a que las actividades de la metodología ABP propician un mejor almacenamiento de la

información en la memoria de largo plazo. Resultados de una investigación en el área de ingeniería (B. Bowe et al, 2003), sostienen que los alumnos de ABP están más motivados, tienen una tasa de retención de clase del 100% en comparación con el 6% de los estudiantes que no aplican esta metodología, y están más dispuestos a interactuar con el profesorado.

Es importante destacar el aporte del ABP como herramienta instruccional basada en la participación de los estudiantes para la resolución de problemas de ingeniería, el estudio reveló una mejora en el rendimiento académico en los estudiantes que adoptaron una disposición hacia el aprendizaje auto-dirigido e incrementaron su confianza para realizar tareas enfocadas en la práctica profesional, logrando mejorar sus habilidades para descubrir cosas por su cuenta al reducir la dependencia del docente. Investigaciones recientes [48] respaldan esta afirmación y demuestran que los estudiantes de Física mejoran sus habilidades de aprendizaje auto dirigido con el uso de este método.

En lo que concierne a los niveles de autoeficacia, de los datos obtenidos en las tablas 4.4 y 4.5 se puede realizar el siguiente análisis. La comparación de medias en las pruebas de entrada y salida muestran un incremento en el nivel de confianza de ambos grupos. Se observa que para el grupo que aplicó la metodología tradicional los resultados mejoraron levemente, a diferencia de la primera prueba los estudiantes puntuaron más alto en la prueba de salida, pero estos resultados son moderadamente menores en comparación con los obtenidos por el grupo experimental, quienes al percibirse más capaces obtuvieron una media mayor (677,80) con relación a la obtenida por el grupo experimental (576,22).

El nivel de autoeficacia mostrado por el grupo experimental está en un rango considerado alto, según Bandura (1997) los estudiantes que posean una autoeficacia moderada o elevada, serán más exitosos en la universidad, mientras que aquellos estudiantes que no creen en sus posibilidades de éxito, serán ineficientes en las actividades académicas que realicen. Esto se evidencia en la investigación, pues el grupo de estudiantes que alcanzó niveles elevados de autoeficacia logró mejorar sus calificaciones.

El aprendizaje basado en problemas como estrategia activa, afectó de manera positiva al cambio de confianza del estudiante, los resultados obtenidos se respaldan con los hallazgos de Fencel y Scheel (2005) quienes llegaron a la conclusión que las estrategias activas especialmente aquellas que involucran el trabajo colaborativo, son más efectivas para elevar la autoeficacia de los estudiantes en los cursos de Física [49].

5.2. ANÁLISIS DE LAS HIPÓTESIS

Hipótesis H01

Para decidir si existe una diferencia significativa, entre el grupo de control y el experimental se utilizó el parámetro estadístico t . Al nivel de confianza habitual del 95%, los datos de la *prueba t de Student* (tabla 4.3) en los post test de conocimientos con un p-valor de 0,006944, nos indican que existe una diferencia estadísticamente significativa en los puntajes de las pruebas del grupo de control y el experimental, por ser este valor menor a 0,05. Al realizar la comparación entre grupos, la evidencia sugiere que el incremento favorable en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios, es atribuible a la aplicación de la metodología ABP.

Hipótesis H02

Con respecto al desarrollo de la autoeficacia, los datos de la prueba *t de Student* mostrados en la tabla 4.3 revelan que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo de control y el experimental, el valor del estadístico p es de 0.0395 menor a 0,05 por tanto, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

Los estudiantes del grupo que aplicó el ABP, de manera general lograron una mayor autoeficacia e incrementaron la confianza en su habilidad para afrontar el aprendizaje de las leyes de la termodinámica empleando esta metodología. Con estos resultados se comprueba que el aprendizaje basado en problemas produce resultados superiores, en comparación con la didáctica tradicional en cuanto al nivel de autoeficacia mostrado por los estudiantes.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

El presente estudio determinó que los estudiantes de ingeniería que aplicaron la metodología ABP lograron desarrollar fuertes creencias de autoeficacia y mejorar su desempeño académico por lo cual se llegó a las siguientes conclusiones:

- Los resultados obtenidos con el grupo experimental en las pruebas de conocimiento confirman una considerable mejora en el desempeño académico de manera general, se puede concluir que el aprendizaje basado en problemas fue más efectivo que la metodología tradicional, pues se observó una mejor aptitud de los estudiantes quienes se mostraron más abiertos al debate con el profesor, a la vez que descubrieron y aprendieron por su cuenta aspectos interesantes acerca de la termodinámica en su camino hacia la solución del problema.
- Se pudo observar en el estudio que aquellos estudiantes que tenían bajas creencias de autoeficacia, mostraban no tener la suficiente confianza para completar con éxito las diferentes actividades propuestas en el escenario ABP, lo cual como se comprobó posteriormente afectó el desempeño en la prueba de conocimientos.
- La disminución en el nivel de autoeficacia podría explicarse, por la resistencia de algunos estudiantes de ingeniería a implementar una nueva metodología, ya que reaccionaron de forma negativa frente al ABP al mostrarse poco motivados por considerar que no estaban competentes para realizar algo que no se les ha enseñado y cumplir con roles muy distintos a los tradicionales.
- El uso del ABP propició en los estudiantes oportunidades de desarrollo de autoeficacia, se observó en clase un cambio en la percepción de cada estudiante con respecto a su capacidad para realizar y explicar a

otros una determinada tarea, lo que mejoró su confianza para tratar de resolver el problema y afrontar similares desafíos en el futuro.

- Incluir en el programa académico de Física, actividades de resolución de problemas de la vida real orientados a la ingeniería, puede resultar inicialmente una experiencia muy demandante y compleja, sin embargo una vez finalizadas las mismas podría ayudar a los estudiantes a trabajar más efectivamente en equipo en tareas vinculadas a la profesión.
- Los resultados de esta investigación aportan con información que sustenta cómo el desarrollo de la autoeficacia de la mano de técnicas innovadoras de enseñanza como el ABP, puede influir de manera positiva en el éxito académico en el estudio de la termodinámica.

6.2. RECOMENDACIONES

En base a la interpretación de los datos obtenidos en esta investigación, se realizan las siguientes recomendaciones:

Por los resultados positivos conseguidos, se recomienda la implementación de esta herramienta como estrategia alternativa de enseñanza, sobre todo para demostrar a través del uso explícito de un problema real, la aplicación de un concepto en un curso de Física o en las primeras etapas de un programa de ingeniería; de esta manera se puede evitar la total dependencia de los métodos tradicionales de enseñanza y se elevan los niveles de autoeficacia, a la vez que se desarrolla en el estudiante la habilidad para resolver problemas.

El presente estudio se enfocó en investigar los efectos del ABP y su relación con la autoeficacia en el aprendizaje de la termodinámica, sin embargo esta investigación bien pudo haber sido orientada a cualquier tema en el ámbito de las ciencias e ingeniería, adaptado a nuestro contexto.

No es fácil iniciarse en el ABP, se recomienda a los docentes que incursionen en el uso de esta metodología, realizar una capacitación previa a los estudiantes antes de que sea aplicada, para ello es importante la motivación, el

asesoramiento y la instrucción individual que reciba el estudiante, a la vez que se toman las medidas apropiadas para elevar los niveles de autoeficacia.

Una limitación importante de esta investigación fue la imposibilidad de seleccionar de forma aleatoria los sujetos para conformar los grupos de estudio, como recomendación final para profundizar el presente estudio y confirmar los hallazgos, se sugiere llevar a cabo futuras investigaciones con un diseño experimental que incluya grupos seleccionados al azar, además se podría explorar el efecto del aprendizaje basado en problemas sobre nuevas variables como la motivación, la metacognición, las habilidades de pensamiento crítico y el estudio autodirigido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bilgin, I., Şenocak, E., & Sözbilir, M. (2009). "The Effects of Problem-Based Learning Instruction on University Students' Performance of Conceptual and Quantitative Problems in Gas Concepts". *Eurasia, Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. Vol. 5, No. 2, pp. 153-164. Recuperado en: http://www.ejmste.com/v5n2/EURASIA_v5n2.pdf
- [2] Barrows, H.S. (1986). "A Taxonomy of Problem-Based Learning methods". *Medical education*, Vol.20, No.6, pp. 481-486.
- [3] Millar, R. (2005). "Teaching about energy". Department of Educational Studies, University of York. Recuperado el 03 de Septiembre de 2012, en: <http://www.york.ac.uk/media/educationalstudies/documents/research/Paper11Teachingaboutenergy.pdf>.
- [4] Cordero, S. & Mordegliá, C. (2007). "Concepciones sobre energía de estudiantes de carreras Universitarias no físicas". En *Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Recuperado el 07 de octubre de 2012, en: http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.256/ev.256.pdf.
- [5] Montico, S. (2004) "La Motivación en el aula Universitaria: ¿Una necesidad pedagógica?". *Ciencia, Docencia y tecnología*, No. 29. pp. 105-112
- [6] Ruiz, F. (2005). "Influencia de la autoeficacia en el ámbito académico". *Revista digital de investigación en docencia Universitaria*. No. 1, pp.1-16. Recuperado el 03 de Septiembre de 2012, en: http://info.upc.edu.pe/hemeroteca/Publicaciones/Art2_FR.pdf.
- [7] Canto, J., (2000). "Autoeficacia y educación". *Revista Educación y Ciencia*. Vol. 4, No.4, pp.45-53.
- [8] Walker, A. & Leary, H. (2009). "A Problem Based Learning Meta Analysis: Differences Across Problem Types, Implementation Types, Disciplines, and Assessment Levels". *Journal of Problem-based Learning*. Vol. 3, No.1 pp. 12-43. Recuperado en:

<http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1061&context=ijpbl>

- [9] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (s.f.) “*El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*”. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. ITESM. Recuperado el 2 de Noviembre de 2013, de <http://www.ub.edu/mercanti/abp.pdf>
- [10] Branda, L.A. (2009). “*El aprendizaje basado en problemas. De herejía artificial a res popularis*”. Revista Educación Médica, vol. 12. pp. 11-23. Recuperado el 02 de Noviembre de 2013, del sitio web: <http://scielo.isciii.es/pdf/edu/v12n1/revision.pdf>
- [11] Raine, D.J., Symons S. (2005) “*Possibilities: A Practice Guide to Problem-based Learning in Physics and Astronomy*”. The Higher Education Academy Physical Sciences Centre. University of Hull.
- [12] Baptiste, S. (2003) “*Problem-Based Learning: A Self-Directed Journey*”. Slack Incorporated: New Jersey., pp. 50-51, adaptado de: Traditional Versus PBL Classroom. Centre for Problem-Based Learning and Communications: Birmingham
- [13] Duch, B. (2001). “*Writing problems for deeper understanding*”. en B. Duch, S. Groh, & D. Allen (Eds.), *The Power of Problem-Based Learning: A practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Sterling, VA: Stylus. pp. 47–58.
- [14] Bermejo, F., Pedraja M., (2008), “*La evaluación de competencias en el ABP y el papel del portafolio*” en libro electrónico “*La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas*”. Universidad de Murcia. Recuperado el: 15/11/13, en: http://www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf
- [15] MacDonald, R. Savin Baden, M. (2004) “*A Briefing on Assessment in Problem-based Learning*”. Learning and Teaching Support Network (LTSN). Assessment Series N° 14, pp. 10-12.
- [16] Holmberg-Marttila, D., Hakkarainen, K., Virjo, I. & Nikkari S. (2005). “*A Tutorial Script In Medical Education– the PBL-model designed for local*

- needs*". En, Esa Poikela & Sari Poikela (Eds.). PBL in Context – Bridging Work and Education. University of Tampere Press, pp.135-144.
- [17] Van Kampen, P., Banahan, C., Kelly, M., McLoughlin, E. (2004). "*Teaching a single physics module through Problem Based Learning in a lecture-based curriculum*". Am. J. Phys., Vol. 72, No. 6. DOI: 10.1119/1.1645280
- [18] Sezgin Selçuk, G. (2010). "*The effects of problem-based learning on pre-service teachers' achievement, approaches and attitudes towards learning physics*". International Journal of the Physical Sciences Vol. 5(6), pp. 711-723, Recuperado el 13 de Septiembre de 2013, en: <http://www.academicjournals.org/IJPS>
- [19] Duch, B. (1995). *Problem based learning in physics: The power of students teaching students*. About Teaching, 47, pp.6-7. Recuperado de: <http://www.udel.edu/pbl/cte/jan95-what.html>.
- [20] Fasce, E., Calderón, M., Braga, L., De Orúe, M., Mayer H, Wagemann, H., Cid, S. (2001). "*Problem based learning in the teaching of physics to medical students. Comparison with traditional teaching*". Rev. Med. Chil., 129(9): pp.1031-1037
- [21] Bowe, B., Flynn, C., Howard, R., Daly, S. (2003) "*Teaching Physics to Engineering Students Using Problem-Based Learning*". Int. J. Engng Ed. Vol. 19, No. 5, pp. 742-746.
- [22] Macho-Stadler, Erica. (2012) "*Analysis of an Experience of Problem Based Learning in a Physics Course of Technical Telecommunications Engineering Degree*". New Perspectives in Science Education. Recuperado de:http://conference.pixel-online.net/science/common/download/Paper_pdf/46-STM08-FP-MachoStadler-NPSE2012.pdf
- [23] Bandura, A. (1977). "*Self-efficacy: toward unifying theory of behavior change*". Psychological Review, vol. 84, No. 2, pp. 191-215.
- [24] Bandura, A. (1989). "*Human agency in social cognitive theory*". American Psychologist, vol. 44, pp. 1175–1184

- [25] Bandura, A. (1994). "Self-efficacy", en V. S. Ramachandran (Ed.), Encyclopedia of human behavior (Vol. 4, pp. 71-81). New York: Academic Press. Recuperado el: 02 de diciembre de 2013, de:
<http://www.westga.edu/~vickir/Healthcare/HC14%20FacilitatingResiliency/Link%2010%20--%20Self-Efficacy.pdf>.
- [26] Bandura, A. (1997). "Self-efficacy: The exercise of control". New York. Worth Publishers.
- [27] Shunck, D. & Meece, J. (2006). "Self-efficacy development in adolescence", en Pajares y Urdan (Eds.), Self-Efficacy Belief of adolescence. pp. 71-96. Ed. IAP.
- [28] Bandura, A. (1986). "Social Foundations of Thought and Action: A social cognitive theory. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall
- [29] Pajares, F. (1996). "Self-efficacy beliefs in academic settings". Review of Educational Research, vol. 66, No. 4, pp. 543-578.
- [30] Pajares, F. & Shunck, D. (2005) "The Development of Academic Self-Efficacy", en A. Wigfield & J. Eccles (Eds.), Development of achievement motivation. San Diego: Academic Press, pp.16-31
- [31] Witt-Rose, Diane L. (2003) "Student self-efficacy in college science: An investigation of gender, age, and academic achievement" pp.12-18. Recuperado en:
<http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2003/2003wittrosed.pdf>
- [32] Çalışkan, S., Selçuk, G., Erol, M. (2010) "Instruction of problem solving strategies: effects on physics achievement and self-efficacy beliefs". Journal of Baltic Science Education, Vol. 9, No. 1, pp.20
- [33] Bañas, C., Ruiz, C. (2004). "Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de Primer ciclo de educación secundaria Obligatoria". Caderno Brasileiro de Ensino de Física. vol. 21, No. 3: pp. 296-312.

- [34] Dos Santos, C., León, V. (2011). “*La educación energética: contribuciones desde el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Física en la Educación preuniversitaria*” Tlatemoani Revista Académica de Investigación.No.7,
- [35] Tatar, E. & Oktay, M. (2007). “*Students’ Misunderstandings about the Energy Conservation Principle: A General View to Studies in Literature*”. International Journal of Environmental & Science Education, vol. 2, No. 3, pp. 79- 81. Recuperado el 22 de diciembre de 2013, del sitio web: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ901271.pdf>
- [36] Domenech, J., Gil-Pérez, D., Gras-Marti, A., Guisasola, J., Martínez, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdes, P., Vilches, A.,(2007). “*Teaching of Energy Issues: A Debate Proposal for a Global Reorientation*”. Science & Education, vol. 16, pp.43-64.
Recuperado de: <http://www.oei.es/decada/teachingofenergy.pdf>
- [37] Handoyo, E. (2007) “*The interesting of learning Thermodynamics through daily life*”, en Maranatha Teaching and Learning International Conference. pp. 152-158
- [38] Loverude, M., Kautz, C. & Heron, P. (2002) “*Student understanding of the first law of thermodynamics: Relating work to the adiabatic compression of an ideal gas*”. American Association of Physics Teachers. Am. J. Phys., Vol. 70, No. 2,
- [39] Vigeant, M., Prince, M., & Nottis, K. (2011) “*Repairing Engineering Students’ Misconceptions about Energy and Thermodynamics*”. Recuperado de: <http://esummit-msu.net/content/repairing-engineering-students%E2%80%99-misconceptions-about-energy-and-thermodynamics>
- [40] Çengel, Y. & Boles, M. (2006). “*Termodinámica*”, Quinta edición, México, Editorial McGraw-Hill, Capítulo 6. pp. 279-215
- [41] Young, Hugh D. & Freedman, Roger A. (2009). “*Física universitaria*”, volumen 1. Decimosegunda edición, México Pearson Educación, Capítulo 20.

- [42] Christensen, W., Meltzer, D. & Ogilvie, C. (2009) “*Student ideas regarding entropy and the second law of thermodynamics in an introductory physics course*”. American Journal of Physics, Vol.77, No. 10, pp.907-917
- [43] Gómez, M., Danglot, C., Vega, L. (2013). “*Cómo seleccionar una prueba estadística*”. Revista Mexicana de Pediatría. Vol. 80, No. 2, pp.8. Recuperado el 18 de Enero de 2014, de:
<http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2013/sp132g.pdf>
- [44] Horn, A. R. (2011) “*Understanding the dependent-samples t test*” College of Education Educational Psychology Department. Recuperado de:
<http://oak.ucc.nau.edu/rh232/courses/EPS525/Handouts/Understanding%20the%20Dependent%20t%20Test.pdf>.
- [45] Rodríguez, C., Gutiérrez, J., Pozo, T. (s.f.) “*Fundamentos conceptuales de las principales pruebas de significación estadística en el ámbito educativo*”. Grupo Editorial Universitario. Universidad de Granada, Recuperado el: 18 de Enero de 2014, de:
<http://www.ugr.es/~erivera/PaginaDocencia/Posgrado/Documentos/ClementeCuadernoInferencial.pdf>
- [46] Hake, R. R. (1998). “*Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand students-survey of mechanics test data for introductory physics courses*”. American Journal of Physics, Vol. 66, pp. 64-65.
- [47] “A2L: Assessing- to- Learn Physics”. Recuperado el 10 de Noviembre de 2013, del sitio web de la Universidad de Massachusetts:
<http://a2l.physics.umass.edu/>
- [48] Saleem, M., Nurulazam, A., Bin, S. & Binti, S. (2014). “*The Effects of Problem Based Learning on Self-Directed Learning Skills among Physics Undergraduates*”. International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, Vol.3, No. 1. Disponible en:
www.hrmars.com/journals
- [49] Fencl, H., & Scheel, K. (2005). “*Engaging students*”. Journal of College Science Teaching, vol. 35, No.1, pp. 20-24.

ANEXOS

ANEXO 1: Cuestionario de Autoeficacia

ANEXO 2: Test de Termodinámica

ANEXO 3: Plan de lección – Escenario ABP –Evaluación ABP

ANEXO 1

CUESTIONARIO DE AUTOEFICACIA

Este cuestionario contiene ítems acerca de su confianza para realizar en clase determinadas tareas relacionadas con el tema de las leyes de la termodinámica. Para cada pregunta, piense en la confianza que usted tendría en la realización de una tarea determinada. Las respuestas pueden marcarse entre valores comprendidos entre 0 y 100. No hay respuestas correctas o incorrectas. Estos son sólo sus propios pensamientos o sentimientos acerca de estos temas.

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

No estoy seguro de poder hacerlo Relativamente seguro de poder hacerlo Totalmente seguro de poder hacerlo

	ITEMS	Puntaje
1	Resolver problemas difíciles relacionados con las leyes de la termodinámica	
2	Leer un artículo científico relacionado con temas de Física y en especial de termodinámica, comprenderlo y realizar un resumen de los principales puntos	
3	Lograr con éxito el aprendizaje de las leyes de la termodinámica	
4	Explicar a otro estudiante o a cualquier otra persona la mayoría de los conceptos relacionados a la primera y segunda ley aprendidos al finalizar la unidad	
5	Relacionar los conocimientos adquiridos para resolver un problema conceptual de la primera ley y segunda ley de la termodinámica	
6	Aprobar la evaluación final de la unidad si trabajo lo suficiente en clases	
7	Con suficiente esfuerzo aprender todos los contenidos de la unidad	
8	Trabajar bien en las tareas relacionadas con el tema de estudio	
9	Buscar información necesaria para profundizar el tema	
10	Entender las aplicaciones de la primera y segunda ley de la termodinámica	

ANEXO 2

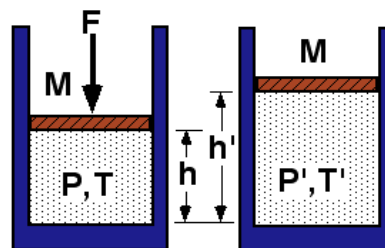
TEST DE TERMODINAMICA

1) 100 J de calor se añaden a un sistema que lleva a cabo 45 J de trabajo. El cambio de energía interna del sistema es

- a) 0 J.
- b) 55 J.
- c) 45 J.
- d) 145 J.
- e) ninguna de las anteriores

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

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



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

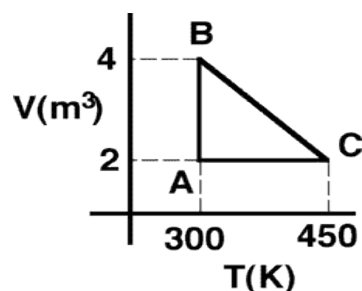
- a) $T' < T$
- b) $T' = T$
- c) $T' > T$
- d) No hay suficiente información

4) Un cuerpo A tiene una temperatura más alta que el cuerpo B. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- a) El cuerpo A se sentirá más caliente que el cuerpo B.
- b) El cuerpo A contiene más energía que el cuerpo B.
- c) Si se coloca en contacto uno con el otro, la energía fluirá desde el cuerpo A al cuerpo B.

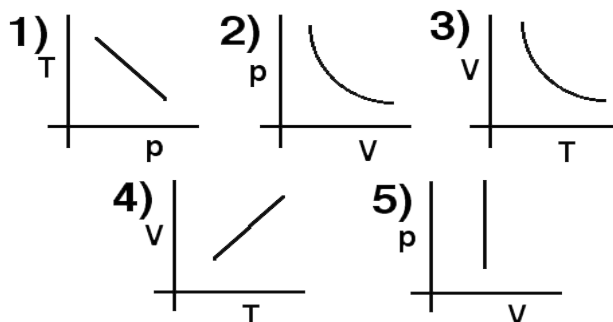
- d) Si se coloca en contacto con un tercer cuerpo que tiene una temperatura mayor que el cuerpo A, el cuerpo B va a absorber más calor que A.
- e) Más de un enunciado es verdadero.
- 5) ¿Cuál de las siguientes frases describe mejor el calor?
- a) La energía total que posee un cuerpo.
- b) El flujo de la temperatura a o desde un cuerpo.
- c) La cantidad de energía disipada por fricción.
- d) La energía total que fluye entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.
- e) El trabajo útil que puede ser extraído de un cuerpo
- 6) La primera ley de la termodinámica es una reafirmación de:
- a) Ciclo de Carnot.
- b) la ley de adición de calor.
- c) principio de entropía.
- d) conservación de la energía.
- e) ninguna de las anteriores
- 7) Todos los mecanismos de transferencia de calor requieren que exista:
- a) Una diferencia de temperatura.
- b) Que todos pasen del ámbito de alta temperatura a uno de menor temperatura.
- c) Dos a más materiales en contacto.
- d) Tanto a) como b) son correctas.
- e) Tanto b) como c) son correctas.
- f) Ninguna de las anteriores
- 8) En un mol de un gas ideal monoatómico se toma todo el ciclo que se muestra en la figura. El trabajo realizado sobre 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

9) Una cantidad de gas ideal se somete a un proceso termodinámico. ¿Qué curva representa una trayectoria isobárica?



10) 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 el 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) $q -$ $w -$

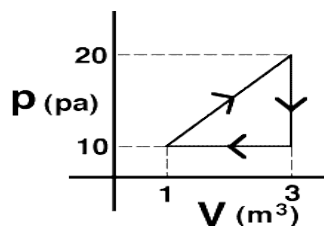
11) Una cantidad de gas está confinado a un cilindro. El cilindro es vertical y está limitado por un pistón móvil de masa 2 kg y área de 0,1 m². El gas se calienta hasta que el pistón se eleva 20 cm. La cantidad de trabajo realizado por el gas es lo más cerca a:

- a) 4J
- b) 1 J

- c) -20 J
- d) 0,4 J
- e) Ninguna de las anteriores
- f) No se puede determinar

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

- a) 20 J
- b) -30 J
- c) 15 J
- d) -10 J
- e) ninguna de las anteriores
- f) no se puede determinar

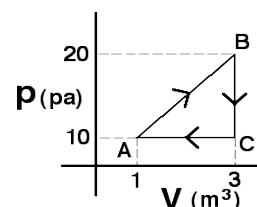
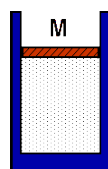


13) La formulación de Clausius de la segunda ley de la termodinámica establece que:

- a) no es posible hacer que el calor fluya desde un cuerpo frío a un cuerpo más caliente
- b) el calor fluye naturalmente de un cuerpo frío a un cuerpo más caliente
- c) el calor no fluirá de un cuerpo más frío a un cuerpo más caliente a menos que esté implicado algún otro efecto
- d) todas las anteriores

14) El gas dentro de 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
- e) no se muestra



15) Tesis: Es imposible construir una máquina térmica que al momento de operar, todo el calor suministrado sea convertido íntegramente en trabajo.

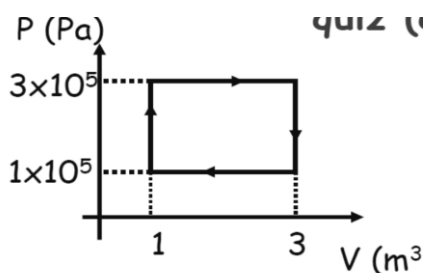
POSTULADO 1: las máquinas térmicas no alcanzan a obtener un 100% de eficiencia

POSTULADO 2: La energía aprovechable en una máquina térmica nunca será convertida totalmente en trabajo

- a) De la tesis se deducen los postulados 1 y 2
- b) De la tesis solo se deduce el postulado 1
- c) De la tesis solo se deduce el postulado 2
- d) Ninguno de los postulados se deduce de la tesis

16) Considere el proceso cíclico del gráfico mostrado a continuación. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- a) Se trata de un motor térmico y el W realizado por el gas es 4×10^5 J
- b) Se trata de una nevera y el W realizado sobre el gas es de 4×10^5 J
- c) Se trata de un motor térmico y el W realizado por el gas es 6×10^5 J
- d) Se trata de una nevera y el W realizado sobre el gas es 6×10^5 J
- e) Se trata de un motor térmico y el W realizado por el gas es -4×10^5 J



17) En cada ciclo de una máquina de Carnot 300J de calor son absorbidos a una temperatura de 500 K. Si se libera calor a 200 k. Cuanto trabajo hace en cada ciclo

- a) 60J
- b) 120J
- c) 180J
- d) 240J

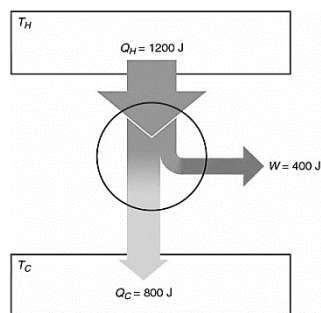
e) 300J

18) Un ciclo consistente de dos procesos a presión constante y de dos procesos adiabáticos es conocido como:

- a) Ciclo Otto
- b) Ciclo Ericsson
- c) Ciclo Joule
- d) Ciclo Diesel
- e) Ciclo Stirling

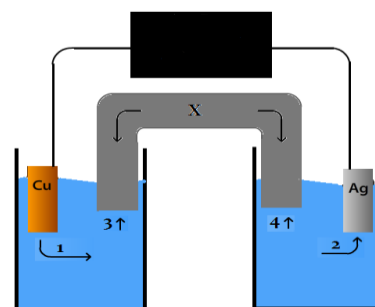
19) Cual es la eficiencia de energía de la siguiente maquina térmica

- a) 1
- b) 1/2
- c) 1/3
- d) 1/4
- e) No hay suficiente información



20) Un estudiante lleva a cabo un experimento para una clase de Física, desea estudiar la generación de energía a partir de diferentes tipos de celdas fotovoltaicas. Una de sus celdas se muestra en la figura. El estudiante descubre que la celda fotovoltaica que ha construido es capaz de generar energía de forma indefinida sin ninguna nueva intervención ¿Qué ley se está violando en este experimento?

- a) la ley Cero de la termodinámica.
- b) la primera ley de la termodinámica
- c) la segunda ley de la termodinámica
- d) la celda fotovoltaica no viola ninguna ley



ANEXO 3

PLAN DE LECCION-ESCENARIO ABP

Instructor: David Alejandro Anzules.

Disciplina: Física II

Unidad: Termodinámica

Audiencia: Estudiantes de pregrado de Ingeniería

TITULO DEL ESCENARIO

“EL CONCENTRADOR SOLAR”

Conceptos clave de la unidad:

Demostrar la capacidad para entender la transferencia de energía, así como la primera y segunda ley de la termodinámica

DURACION

4 sesiones de clase de dos horas cada una (dos semanas):

Se utilizará un tiempo de clases para exponer la metodología, presentar la introducción al problema ABP y para trabajar en grupos la solución del problema

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Al final de la unidad, los estudiantes serán capaces de demostrar habilidad para:

1. Definir el concepto de energía y ser capaz de aplicarlo en el contexto de las leyes de la termodinámica
2. Definir y aplicar la primera ley de la termodinámica. Ser capaz de realizar un balance de energías, y de calcular el trabajo realizado.

3. Definir y aplicar la segunda ley de la termodinámica. Entender el funcionamiento de las maquinas térmicas en el contexto de la Segunda Ley de la Termodinámica.
4. Describir los ciclos y eficacia y ser capaz de realizar cálculos simples
5. Buscar, analizar y evaluar diferentes fuentes de información.
6. Resolver problemas
7. Trabajar en equipo
8. Comunicarse efectivamente en forma oral y escrita
9. Pensar críticamente
10. Aprender de manera independiente

Resumen: Problema diseñado para que los estudiantes de pregrado de carreras de ingeniería comprendan y apliquen la primera y segunda ley de la termodinámica.

EL ENFOQUE DEL PROBLEMA

El escenario de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se puede presentar como un problema de la vida real, o un problema hipotético, que involucre al estudiante de manera activa. Utilizando el pensamiento crítico y la investigación, los estudiantes pasan por un proceso de resolución de un problema y proporcionan recomendaciones para una solución.

El problema propuesto tiene por finalidad, presentar a los estudiantes de pregrado de las carreras de ingeniería, los conceptos que están relacionados con la primera ley y segunda ley de la termodinámica. El escenario seleccionado es consecuente con las expectativas profesionales de los estudiantes de pregrado de las carreras de ingeniería.

La asignatura de Física II, se imparte a dos paralelos de aproximadamente 20 estudiantes cada uno, en 4 horas de clase dos veces por semana. Se forman grupos de estudiantes, los cuales tienen el reto de aprender los conceptos relacionados con la termodinámica, a través del desarrollo del problema propuesto y mediante la búsqueda, discusión e intercambio de la información, obtenida tanto dentro como fuera de clases.

SITUACION PROBLEMATICA

PARTE 1

A nivel mundial la generación de energía está estrechamente relacionada con la producción del petróleo. El crecimiento económico y desarrollo de muchos países depende de la explotación de esta fuente energética que como sabemos no es inagotable; el Ecuador es un país que produce este recurso, empleado para aportar energía principalmente en la producción de electricidad, cuya generación a partir de combustibles da lugar a la emisión de gases contaminantes, que al atravesar la atmosfera destruyen el ozono con los consiguientes riesgos ambientales, por lo que más allá de discutir cuánto tiempo más durarán las reservas de petróleo, el país también está obligado a reducir la quema de combustibles fósiles.

Actualmente nuestro país tiene como gran reto ir hacia una transición energética sustentada en fuentes de energía renovables, tales como la solar, eólica, geotérmica, bioenergía etc, que en un futuro se constituirían en soluciones de complemento a la hidroelectricidad, considerada aun como la principal y mayor fuente de electricidad en el país por la creciente inversión que el estado está realizando en centrales de este tipo, como estrategia a mediano plazo para dar solución a las necesidades energéticas.

En consecuencia, a fin de promover las tecnologías de fuentes de energía renovables y superar el déficit energético, en las Universidades de Manabí se están formando grupos interdisciplinarios que investiguen sobre formas alternativas de producir energía, que no contaminen el ambiente y agoten los recursos naturales no renovables. Por este motivo, ustedes como estudiantes de ingeniería han sido convocados para que trabajen en la implementación de un proyecto piloto, que en su primera fase, transforme la energía solar en energía mecánica.

Preguntas iniciales para pensar mientras se está investigando el problema ABP.

1. ¿Qué es la energía?
2. ¿Cuáles son las características de la energía
3. ¿Qué es trabajo?
- 4 ¿Qué es calor? ¿De qué manera se puede transferir?
5. ¿Qué es energía interna?
6. ¿Cómo aprovechar la energía solar para transformarla en energía mecánica?

PARTE 2

En lo que respecta a energía solar existe una amplia gama de tecnologías para usos de calefacción, electricidad, etc. Tomando en cuenta las tendencias tecnológicas, uno de los sistemas con gran potencial para ser desarrollado en el Ecuador, son los sistemas solares de generación eléctrica a base de energía térmica concentrada (*concentrated solar power*, CSP, por sus siglas en inglés). De acuerdo a estudios económicos, los especialistas juzgaron apropiada la conversión de energía solar de bajo poder, en energía eléctrica y estimaron conveniente proponer, la utilización de un concentrador parabólico acoplado a una máquina recíproca de aire caliente, operando con el ciclo de Brayton, también conocido como ciclo de Joule. El diagrama del sistema se muestra en la Figura 1.

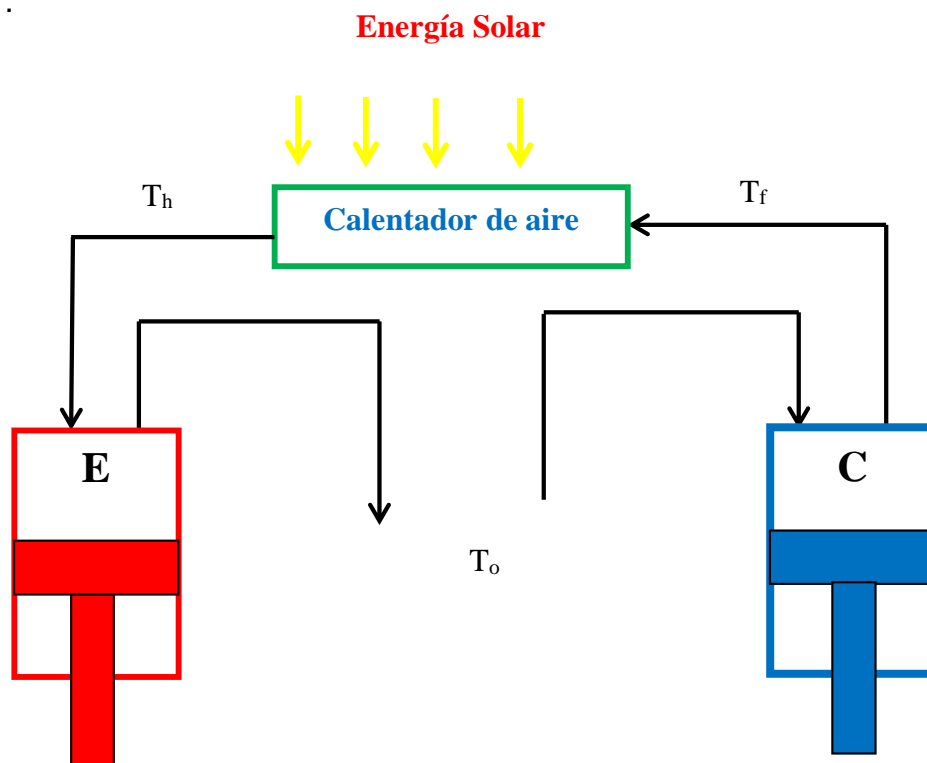


Figura 1. Diagrama del sistema

Preguntas para los grupos:

1. ¿Qué función cumple un concentrador solar? ¿Qué principio físico limita el rendimiento de esta máquina?
2. ¿Qué otros ciclos pueden resultar prácticos para usos con sistemas de energía solar, cuales son las ventajas e inconvenientes del ciclo Bryton frente a

los otros ciclos? ¿Considerarían Ustedes altamente recomendable su uso para casos prácticos en nuestro país?

3. ¿Cuál es el balance de energía en el calentador de aire de un concentrador?

4. ¿Cuál es el balance de energía en la máquina de aire caliente?

5. Los miembros de su equipo deberán determinar si es viable la aplicación de esta tecnología en nuestro medio, investigar cuales son los factores técnicos que se deben considerar para su implementación, e indicar cuál sería la ubicación geográfica adecuada en la provincia para su uso.

MATERIALES DEL ESTUDIANTE

El instructor le proporcionará al estudiante la siguiente información:

- Guía con los pasos del ABP de acuerdo a la universidad de Tampere.
- Explicación del enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas
- Copia con información relacionada al problema, que incluyen datos y grafico
- Rubrica para evaluación del trabajo en equipo

Recursos:

- Internet
- Materiales educativos y libros
- Adecuación de espacios: a ser posible se precisa espacios de tamaño pequeño (aulas pequeñas) que tengan material móvil que favorezca la dinámica de un trabajo en grupo

ROL DEL INSTRUCTOR

El instructor apoyará la experiencia de aprendizaje basado en problemas (ABP)

- Presentando la situación y el proceso.
- Facilitando la reflexión y el debate.
- Proporcionando recursos y materiales aplicables.
- Respondiendo a las preguntas relacionadas con el escenario y el curso.
- Proporcionando tiempo en clases para trabajar en el escenario.

ROL DEL ESTUDIANTE Y DIRECTRICES.

Individual

Para medir el resultado el estudiante deberá:

- Distribuir las tareas del problema entre los miembros del equipo.
- Cumplir un papel individual específico en su equipo.
- Desempeñar un rol individual específico en la presentación final.
- Completar el escenario ABP y la evaluación del equipo como parte del proyecto final
- Autoevaluar su desempeño durante el proceso

ROL DEL ESTUDIANTE Y DIRECTRICES.

Grupal

Para medir el resultado del trabajo por parte del equipo se realizará:

- Una presentación del equipo con PowerPoint donde cada estudiante presentará individualmente un segmento particular (1-2 minutos) de las recomendaciones para resolver el problema
- Se entregará al instructor una versión digital de la presentación en PowerPoint que debe representar el esfuerzo del equipo
- Un único documento en el cual se describen las recomendaciones y la solución del problema.
- Una discusión en clase donde cada estudiante en el equipo, hará una presentación oral de lo que aprendieron

ESTRUCTURA DE LOS GRUPOS:

4 o 5 grupos (Aproximadamente de 3-4 estudiantes por equipo)

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

DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LAS ACTIVIDADES QUE COMPONEN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROBLEMA ABP

ACTIVIDAD	DURACION
Sesiones grupales ABP	Una semana para poder ser implementadas a todos los grupos. Una hora para cada grupo.
Estudio individual y sesión posterior	Una semana de trabajo para cada grupo

Por lo tanto, la implementación del problema a realizar supone dos semanas de duración

LA FECHA FINAL DE PRESENTACION

La fecha final de presentación será: _____

CRONOGRAMA TENTATIVO DE ACTIVIDADES ABP

SEMANA 1

Noviembre/Diciembre de 2013

- **SESION 1(presencial)**
Presentación de la Unidad
Introducción al ABP
Constitución de grupos
Presentación Situación-Problema
Etapas 1-5

- **SESION 2**
Tutoría presencial Grupos
Primera Reunión de seguimiento sobre las actividades realizadas en grupo

SEMANA 2

- **SESION 3**
Tutoría presencial Grupos
Segunda reunión de seguimiento sobre las actividades realizadas en grupo

- **SESION 4(presencial)**
Entrega de trabajos
Exposición grupos
Debate.

Nota: El cronograma será flexible con la finalidad de que el estudiante disponga del tiempo suficiente para investigar, discutir y encontrar la solución del problema

RETROALIMENTACION DEL ESTUDIANTE

Como equipo e individualmente los estudiantes revisaran, evaluaran y proporcionaran retroalimentación sobre su experiencia con el escenario (ABP). Cada estudiante realizara una evaluación del trabajo en equipo de acuerdo a la rúbrica facilitada por el docente junto con la presente guía.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se evaluarán dos aspectos diferentes:

- a) El proceso / procedimiento de aprendizaje durante la sesión ABP que el alumno mantiene con sus compañeros. Dicho proceso será evaluado por el profesor mediante el seguimiento a través de tutorías y reuniones de grupo.
- b) El producto / contenido que el estudiante obtiene durante el proceso ABP, que puede ser de dos tipos:

- Un informe elaborado por el grupo (3-6 páginas). Este informe será evaluado de forma independiente por el profesor. La nota del informe será el resultado del promedio de todas estas evaluaciones.
- Una actividad individual (examen de contenidos, portafolio, ampliación de los contenidos del trabajo de grupo, etc.) que el alumno deberá realizar siguiendo las pautas que el profesor le indique.

Informe Escrito

El informe estructurado debe incluir:

- Ordenación de los datos del problema
- Detalles de cualquier trabajo experimental llevado a cabo.
- Datos de todos los descubrimientos esenciales durante la investigación.
- Resultados de la búsqueda de información, con referencias citadas al final que cumplan con las normas APA.
- Notas de todas las reuniones de los grupos como un registro de cómo progresó el ABP, con fechas, lugar, horas y asistencia.
- Evaluación grupal y autoevaluación de cada miembro del grupo.

Presentación PowerPoint

La presentación debe incluir los siguientes elementos:

Información básica sobre el problema.

- Las principales cuestiones, retos o problemas que se identifiquen y aborden
- Compatible con la literatura utilizando el formato APA apropiado
- El plan de acción que representa la resolución de las cuestiones más importantes, los retos y / o problemas identificados
- Conclusión

Nota: Adjunto a la presente guía se detallan los instrumentos de autoevaluación y coevaluación que serán entregados a los estudiantes

EVALUACION DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

1. El aprendizaje basado en problemas me ayudó a obtener información de una gran variedad de fuentes.

1 2 3 4 5

2. Yo puedo aplicar los principios generales que aprendí a otros problemas.

1 2 3 4 5

3. Yo me siento bien trabajando en grupo.

1 2 3 4 5

4. Yo me siento bien solicitando ayuda a otros en mi grupo.

1 2 3 4 5

5. Yo siento que los miembros de mi grupo muestran respeto por mi estilo de aprendizaje.

1 2 3 4 5

6. Yo siento que los miembros de mi grupo me prestan atención cuando presento la información.

1 2 3 4 5

7. Yo me siento bien compartiendo la información con otros.

1 2 3 4 5

8. Como resultado del aprendizaje basado en proyectos mi habilidad para encontrar, leer y analizar la información ha mejorado.

1 2 3 4 5

9. Me agrada la idea de autoevaluarme y evaluar a los miembros del grupo.

1 2 3 4 5

EVALUACIÓN DEL TRABAJO EN EQUIPO

Nombre del Evaluador: _____

Nombre del Evaluado: _____

Nombre del Grupo: _____

	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutro	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Asiste a todas las reuniones del grupo.					
Viene a clase preparado para las actividades grupales.					
Asume y comparte su responsabilidad dentro del grupo.					
Trae información relevante a las discusiones del grupo.					
Hace preguntas que promueven la comprensión.					
Escucha y respeta las ideas de otros.					