



Entendiendo la primera ley de la termodinámica: estrategias de enseñanzas y aplicaciones

Understanding the first law of thermodynamics: teaching strategies and applications

Arnoldo Abraham Herrera Herrera

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua
<https://orcid.org/0000-0003-3001-8861>
arnoldo.herrera@unan.edu.ni

Marx Ernesto Ruiz López

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua
<https://orcid.org/0009-0006-5667-9771>
marxernestoruizlopez@gmail.com

RECIBIDO

16/10/2023

María José López Escoto

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua
<https://orcid.org/0009-0007-7191-7376>
maryescoto293@gmail.com

Maynor Enrique Moreira García

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua
<https://orcid.org/0009-0005-3982-7472>
maynormg19@gmail.com

ACEPTADO

28/05/2024

Keneth Moisés Lumbí Pérez

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua
<https://orcid.org/0009-0000-9746-0940>
lumbikeneth@gmail.com

Francisco Javier Somarriba López

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua
<https://orcid.org/0009-0002-5678-0926>
13somarriba@gmail.com

Marcos Aurelio Reyes Cruz

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
Managua, UNAN-Managua, Nicaragua
<https://orcid.org/0009-0003-7997-5053>
marcosaurelioreyescruz@gmail.com

RESUMEN

El proceso de enseñanza-aprendizaje involucra la utilización de diversas actividades y estrategias destinadas a transmitir conocimientos, habilidades y valores a los estudiantes. Este estudio tiene como objetivo diseñar una propuesta didáctica que proporcione herramientas efectivas para la enseñanza y aprendizaje de la primera ley de la termodinámica. Estas herramientas están estrechamente relacionadas con los aspectos científicos de esta ley y el estilo de aprendizaje predominante de los estudiantes, según los aspectos psicológicos. En concordancia con las recomendaciones del Ministerio de Educación (MINED), se promueve el uso de estrategias metodológicas activas, apoyadas en herramientas tecnológicas que dinamicen, motiven y faciliten el aprendizaje. Estas estrategias también deben fortalecer la expresión escrita, el proceso de investigación, y el análisis crítico y reflexivo, necesarios para la resolución de problemas en el entorno de los estudiantes. El estudio se centró en desarrollar estrategias didácticas para la enseñanza de la primera ley de la termodinámica, adaptadas a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, identificadas mediante el inventario de Felder. El objetivo es conectar los fundamentos teóricos con la vida cotidiana a través del aprendizaje basado en proyectos.

PALABRAS CLAVE

Primera Ley de la Termodinámica; inventario de Felder; aprendizaje; propuesta.



Se adoptó un enfoque cualitativo. Inicialmente, se diagnosticó el estilo de aprendizaje predominante entre los estudiantes utilizando el inventario de Felder. Posteriormente, se diseñó una propuesta didáctica basada en el aprendizaje activo y el uso de tecnologías educativas. Esta propuesta incluyó actividades prácticas, proyectos y ejercicios de reflexión crítica. Los datos se recopilaban mediante observaciones, encuestas y evaluaciones del rendimiento académico. Estos datos se analizaron para evaluar la pertinencia y efectividad de las estrategias implementadas.

ABSTRACT

The teaching-learning process involves the use of various activities and strategies aimed at transmitting knowledge, skills and values to students. This study aims to design a didactic proposal that provides effective tools for teaching and learning the first law of thermodynamics. These tools are closely related to the scientific aspects of this law and the predominant learning style of students, according to psychological aspects. In accordance with the recommendations of the Ministry of Education (MINED), the use of active methodological strategies is promoted, supported by technological tools that dynamize, motivate and facilitate learning. These strategies should also strengthen written expression, the research process, and critical and reflective analysis, necessary for problem solving in the students' environment. The study focused on developing didactic strategies for teaching the first law of thermodynamics, adapted to the students' learning preferences, identified through Felder's inventory. The aim is to connect theoretical foundations with everyday life through project-based learning. A qualitative approach was adopted. Initially, the predominant learning style among students was diagnosed using Felder's inventory. Subsequently, a didactic proposal was designed based on active learning and the use of educational technologies. This proposal included practical activities, projects and critical reflection exercises. Data were collected through observations, surveys and academic performance evaluations. These data were analyzed to evaluate the relevance and effectiveness of the strategies implemented.

KEYWORDS

First Law of Thermodynamics; Felder inventory; learning; proposal.

INTRODUCCIÓN

Las estrategias didácticas son esenciales en el proceso de enseñanza para que el estudiante adquiera el conocimiento; por lo tanto, el Ministerio de Educación (MINED) recomienda prácticas que busque promover constantemente en los estudiantes el análisis crítico y reflexivo para la resolución de situaciones problemáticas de su entorno.

El estudio de la Física durante la educación media del país es de gran importancia, debido a que ésta permite entender diversos fenómenos naturales que están inmersos en la realidad. Tippens (2010) afirma que “el conocimiento de la física es esencial para comprender nuestro mundo. Ninguna otra ciencia ha intervenido en forma tan activa para revelarnos las causas y efectos de los hechos naturales” (pág. 1). Por consiguiente, para alcanzar el conocimiento es necesario llevar a cabo estrategias de aprendizaje y enseñanza que favorezcan la comprensión del estudiante.

En los procesos adquisitivos de los conocimientos deben ser implementadas estrategias de enseñanza en donde el aprendizaje previo del estudiante y el nuevo se unan para dar comprensión a los fenómenos físicos aplicados a la Primera Ley de la Termodinámica. En este sentido, las estrategias a implementar deben poseer la objetividad y perspectiva de ser vinculadas con la preferencia de tipo de aprendizaje de los estudiantes para lograr un mejor desarrollo; en la Dirección de Coordinación Académica (2004, , pág. 21) se explican los diferentes modelos de estilo de aprendizaje de Felder y Silverman, los cuales son utilizados para identificar las cualidades personales que influyen en las habilidades utilizadas para adquirir información.

El Ministerio de Educación dentro de sus acciones didácticas 2023 promueve la interacción entre el estudiante con la mediación pedagógica del docente, utilizando diferentes tecnologías digitales y aplicando el pensamiento lógico en la vida cotidiana del estudiante. En la educación media del país esta mayormente impregnada del método tradicionalista donde el discente no logra un cambio conceptual para evolucionar en cuanto a la comprensión de diversos fenómenos de su entorno.

El estudiante necesita estrategias de enseñanza diseñadas a la estimulación y descubrimiento del conocimiento de la Primera Ley de la Termodinámica a través de la observación, el análisis, formulación de hipótesis, búsqueda de soluciones, autonomía y valoración de su relación con la naturaleza como proceso interactivo.

Por lo antes mencionado es que, la enseñanza de las ciencias físicas en Nicaragua ha sufrido cambios significativos en los últimos años, dando lugar a nuevas alternativas de enseñanza de carácter práctico y operativo, que permita al estudiante tener un rol protagónico en su proceso de aprendizaje.

Schunk (2012) señala que “los profesionales de la educación deben luchar por integrar la teoría, la investigación y la práctica”. De esta perspectiva nace la necesidad de buscar alternativas a través de estrategias didácticas que generen un cambio en la forma de enseñanza. En este sentido se propone diseñar estrategias didácticas que se centren en proyectos y el descubrimiento de su propio aprendizaje, a través de un proceso formativo integral donde el estudiante conciba un interés por lo que enseña el docente y por lo que ellos mismos aprenden, construyendo así un pensamiento crítico reflexivo.

En referencia a trabajos recientes vinculados a la temática de investigación se destacan los siguientes: El trabajo realizado por Rosales y Hernández (2016) con la temática “Estrategias Didácticas aplicadas en la secundaria” señala que las estrategias didácticas implementadas por el docente influyen en el aprendizaje significativo de los estudiantes. Por lo cual es fundamental que la influencia del docente en la enseñanza deba ser considerada en todo momento, en donde el docente y el estudiante asuman su rol de forma responsable y activa.

Según Ferreiro (2003, p.47) el docente se encarga de ser la persona que “guía y orienta la actividad”. Durante el desempeño el docente debe procurar no limitarse a llenar de conocimiento las mentes de los alumnos, sino que debe tomar una serie de decisiones antes de abordar la enseñanza, supervisar el trabajo realizado por los estudiantes, explicar la tarea de aprendizaje y los procedimientos, revisar el trabajo y evaluar el nivel de aprendizaje.

El protagonismo del estudiante de acuerdo con Batista (2002) “se debe manifestar en los diferentes momentos del desarrollo de su actividad, es decir tanto en la orientación, como en la ejecución y valoración de las tareas que realiza, lo que usualmente no se tiene en cuenta y cuando más se reduce a algunas acciones aisladas de control por el docente” (p.75). El estudiante debe cambiar la posición pasiva que ha adoptado en el proceso de enseñanza-aprendizaje y transformarla en una posición activa que implique un esfuerzo intelectual donde le genere nuevas estrategias para lograr su propósito educacional.

Uno de los beneficios clave de esta investigación para el docente es que la mediación pedagógica con el estudiante ayudará a un mejor procesamiento de la información. Al integrar un componente emocional en el aprendizaje, se favorece el desarrollo de competencias y habilidades en el estudiante. Este enfoque fomenta que el estudiante adopte un rol crítico, autónomo y reflexivo, estimulándolo a observar, analizar, utilizar herramientas tecnológicas, formular hipótesis, buscar soluciones y descubrir conocimientos. Todo esto le permitirá afrontar y responder de manera efectiva a diversas situaciones en su vida diaria y en su entorno.

Fundamentación teórica

La presente investigación pretende diseñar una propuesta didáctica que permita facilitar las herramientas que el docente y estudiantes necesitan para la enseñanza y aprendizaje de la primera ley de la termodinámica en 11mo B del turno matutino del Colegio Benjamín Zeledón. Para Márquez et al., (2008) una propuesta didáctica es una elaboración que consiste en el desarrollo de contenidos disciplinarios por docentes interesados en innovar su práctica educativa.

Por otra parte, las estrategias están relacionadas a los aspectos científicos de dicha ley y con el estilo de aprendizaje de los estudiantes según los aspectos psicológicos. En términos de calor y trabajo Bauer y Westfall (2011) definen la Primera Ley de la Termodinámica como “El cambio en la energía interna de un sistema cerrado es igual al calor adquirido por el sistema menos el trabajo efectuado por el sistema” (p.586). Según la Primera Ley de la Termodinámica la energía se conserva, debido a esto se puede afirmar que es una versión térmica de la Ley de Conservación de la Energía.

Otro concepto realizado por Hewitt (2016) declara que “Cuando el calor fluye hacia o desde un sistema, el sistema gana o pierde una cantidad de energía igual a la cantidad

de calor transferido” (p.340). En este proceso el Trabajo lo efectúa el sistema y no es efectuado sobre el sistema; y el calor y el trabajo pueden transformarse en energía interna, pero ninguna energía se pierde.

La energía interna es uno de los conceptos más importantes que se relaciona con la Primera Ley de la Termodinámica. Zemansky (2012) define la energía interna de un sistema como “la suma de las energías cinéticas de todas sus partículas constituyentes, más la suma de todas las energías potenciales de interacción entre ellas” (p.651). En la actualidad se sabe que la energía mecánica se transforma en energía interna.

Otra definición muy conocida de energía interna es la mencionada por Serway y Jewett (2008) donde “La energía interna es toda la energía de un sistema que se asocia con sus componentes microscópicos, átomos y moléculas, cuando se ve desde un marco de referencia en reposo respecto del centro de masa del sistema” (p. 554). En la cual incluye que la energía cinética de un sistema resultante de su movimiento en el espacio no está incluida en la energía interna.

En un sistema se pueden generar cambios de energía interna dependiendo de las condiciones de calor. Wilson et al., (2007) señalan que “debido a la transferencia de calor, el sistema podría efectuar trabajo sobre el entorno. Así el calor transferido a un sistema puede ir a dar a dos lugares: a un cambio en la energía interna del sistema o a ambos” (p. 400). Se aclara que el Principio general de La Primera Ley de la Termodinámica no se ocupa del funcionamiento interno del sistema sino de describir y predecir el comportamiento de dicho sistema de una forma sencilla, el cual al agregar calor a un sistema éste puede realizar un trabajo mecánico, o si en vez de agregar calor se realiza un trabajo mecánico sobre el sistema habrá un aumento de energía interna.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de tipo cualitativo, en palabras de Mata (2019) define este tipo de investigación de la siguiente manera: “La investigación cualitativa asume una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos” (p.1). Asimismo, este enfoque permite comprender el complejo mundo de la experiencia vivida desde el punto de vista de las personas que la viven.

También es de carácter descriptivo porque busca especificar características importantes para la enseñanza de “La Primera Ley de la Termodinámica” y contribuir al conocimiento de éste. La investigación es de corte transversal, pues se realizó en un periodo determinado de tiempo correspondiente al primer semestre del año escolar 2023.

Según Hernández et al., (2014) el universo en una investigación es aquel conjunto del cual se extraerá la información requerida para llevarla a cabo. En este estudio, la información se recolectó utilizando diversas técnicas e instrumentos aplicados en el Colegio Benjamín Zeledón, ubicado en el municipio de Managua. Los sujetos de estudio fueron tanto los docentes como los estudiantes de 11° grado durante el primer semestre del año 2023. En el turno matutino, el Colegio Benjamín Zeledón cuenta con dos secciones de 11° grado, denominadas “A” y “B”, que en conjunto suman un total de 78 estudiantes.

La población seleccionada para recolectar la información incluyó al docente de la asignatura de Física y a los 36 estudiantes de 11° grado B. Se utilizaron diversas técnicas para la recolección de datos, tales como observación directa, entrevista estructurada, y

encuestas, con el propósito de recoger información e indagar ideas alternativas desde distintas perspectivas.

La muestra fue seleccionada por conveniencia integrada por 21 varones y 12 mujeres, cuyas edades oscilan entre 16 y 18 años. Los criterios de selección fueron: pertenecer al grado B de undécimo grado y además haber recibido el contenido sobre La Primera Ley de la Termodinámica. Según Casal (2003, p.5) esto se conoce como selección intencionada, muestreo accidental o muestreo por oportunidad.

El enfoque cualitativo de la investigación contribuyó para una comprensión integral del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se utilizaron diversas técnicas de recolección de información para garantizar la validez y confiabilidad de los datos obtenidos.

Se implementó la observación directa como una técnica clave para registrar de manera detallada las interacciones y dinámicas del proceso de enseñanza-aprendizaje. Para este fin, se diseñó y utilizó un formato de observación específico que permitió la captura de anotaciones descriptivas y sistemáticas durante las sesiones de clase. Esta herramienta facilitó la identificación de patrones y comportamientos relevantes en el entorno educativo.

Se llevó a cabo una entrevista estructurada con el docente, utilizando una guía de preguntas previamente elaborada. Esta guía incluyó preguntas específicas orientadas a explorar las estrategias pedagógicas, la percepción del docente sobre el proceso de enseñanza y los desafíos enfrentados. La entrevista permitió obtener información detallada y consistente sobre las prácticas educativas implementadas.

Al inicio de la investigación, se realizó una entrevista abierta a los estudiantes para obtener una perspectiva general y no condicionada sobre sus experiencias y expectativas respecto al proceso de aprendizaje. Esta técnica permitió recoger datos cualitativos ricos y variados, reflejando las percepciones y opiniones espontáneas de los estudiantes.

Se aplicó una prueba diagnóstica a los estudiantes para evaluar su nivel de conocimiento y habilidades previas relacionadas con el contenido del curso. Esta evaluación inicial fue fundamental para identificar las necesidades educativas y adaptar las estrategias de enseñanza de manera efectiva. Con el propósito de conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, se administró el cuestionario del Inventario de Felder. Este instrumento, ampliamente reconocido y validado, permitió clasificar a los estudiantes según sus preferencias de aprendizaje, proporcionando información valiosa para personalizar y optimizar las técnicas pedagógicas utilizadas en el aula.

La investigación se desarrolló en varias fases:

- Diseño y validación de los instrumentos de recolección de datos.
Coordinación con el docente y los estudiantes para la aplicación de las técnicas de recolección de información.
- Fase de Recolección de Datos:
Realización de observaciones sistemáticas durante las sesiones de clase.
Conducción de la entrevista estructurada al docente y la entrevista abierta a los estudiantes.
Aplicación del test diagnóstico y el cuestionario del Inventario de Felder.

- **Fase de Análisis de Datos**
Análisis cualitativo de las notas de observación y entrevistas.
Análisis de los resultados del test diagnóstico y el cuestionario del Inventario de Felder.
Integración de los hallazgos cualitativos y cuantitativos para una comprensión global del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- **Fase de Interpretación y Conclusiones**
Interpretación de los resultados en función de los objetivos de la investigación.
Elaboración de conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos obtenidos.
- **Consideraciones Éticas**
Se garantizaron los principios éticos de consentimiento informado, confidencialidad y anonimato de los participantes. Todos los involucrados fueron informados sobre los objetivos y procedimientos de la investigación, y se obtuvo su consentimiento previo a la recolección de datos.

Esta metodología permitió una exploración exhaustiva y multifacética del proceso de enseñanza-aprendizaje, proporcionando una base sólida para la implementación de mejoras pedagógicas.

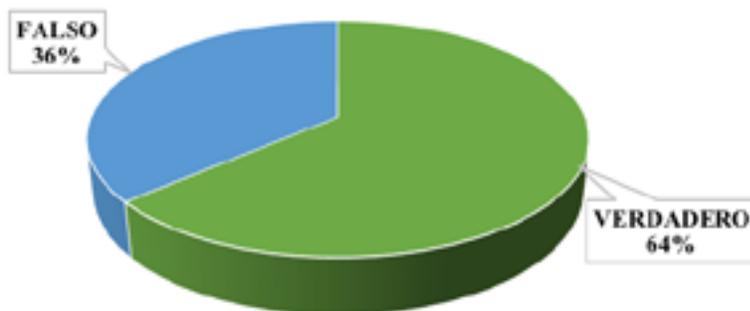
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente acápite se realiza la interpretación y evaluación de los datos recopilados del test diagnóstico sobre “La Primera Ley de la Termodinámica”, los cuales fueron considerados para diseñar las estrategias de enseñanza en la temática abordada. También se realizó un cuestionario (inventario de Felder) para clasificar las preferencias de aprendizaje de los estudiantes que permita adaptar las estrategias de enseñanza a sus necesidades individuales.

Test diagnóstico sobre la primera ley de la termodinámica

La primera pregunta a los estudiantes (figura 1) tenía como objetivo determinar si conocen cómo La Primera Ley de la Termodinámica describe sistemas de energía donde el trabajo y el calor actúan en los cambios de energía, se les proporcionó las opciones de falso y verdadero para que eligieran la opción que ellos consideraran correcta, los resultados se presentan a continuación:

Figura 1
Conocimiento sobre La Primera Ley de la Termodinámica



La Primera Ley de la Termodinámica, también conocida como el principio de conservación de la energía, establece que la energía no puede ser creada ni destruida, solo transformada.

En el contexto de esta ley, el trabajo (W) y el calor (Q) son las formas primarias en las que la energía puede ser transferida dentro o fuera de un sistema. El análisis de los resultados en el cual se evalúa el conocimiento de los estudiantes sobre cómo el trabajo y el calor actúan en un sistema de energía según la Primera Ley de la Termodinámica, revela información valiosa sobre su comprensión de este concepto fundamental.

Distribución de Conocimientos

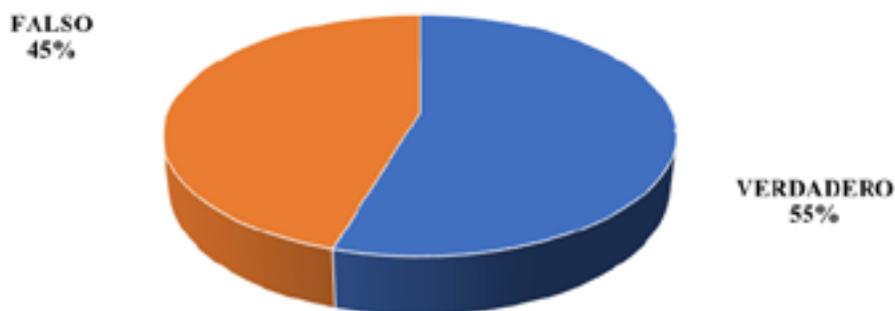
Conocimiento Adecuado (64%): 21 estudiantes comprenden correctamente que, en la Primera Ley de la Termodinámica, el trabajo y el calor son componentes cruciales en la transferencia de energía en un sistema.

Conocimiento Erróneo o Incompleto (36%): 12 estudiantes tienen la percepción incorrecta de que el calor y el trabajo no participan en términos de la Primera Ley de la Termodinámica.

La segunda pregunta (figura 2) evalúa la comprensión de los estudiantes sobre la relación entre los cambios de energía y los cambios de temperatura. Específicamente, se indaga si los estudiantes saben que es posible que la energía de un sistema cambie sin que haya una variación en la temperatura, un concepto crucial en termodinámica que se observa en procesos como los cambios de fase (e.g., fusión y vaporización) y reacciones químicas a entalpía constante.

Figura 2

Relación entre los cambios de energía y los cambios de temperatura



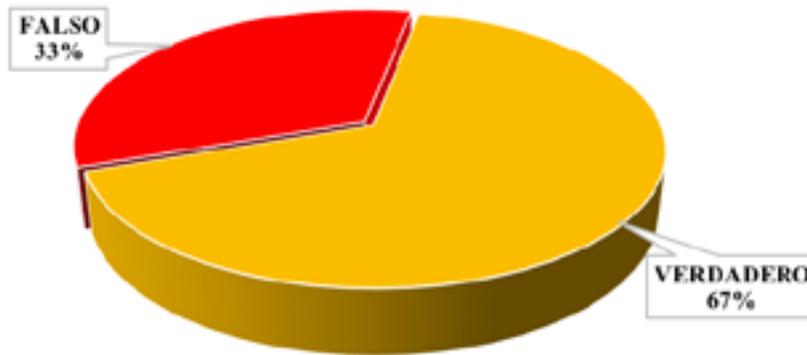
Distribución de Conocimientos

Conocimiento Adecuado (55%): 18 estudiantes entienden que los cambios de energía pueden ocurrir sin cambios de temperatura.

Conocimiento Erróneo o Incompleto (45%): 15 estudiantes creen incorrectamente que los cambios de energía siempre deben ir acompañados de cambios de temperatura.

La tercera pregunta (figura 3) tiene como objetivo conocer si los alumnos dominan que no siempre que se le agrega energía a un sistema en forma de calor la temperatura aumenta.

Figura 3
Influencia del calor en el aumento de la temperatura



Los resultados evalúan la comprensión de los estudiantes sobre la relación entre la adición de energía en forma de calor a un sistema y el cambio en su temperatura. Específicamente, investiga si los estudiantes saben que agregar calor a un sistema no siempre resulta en un aumento de temperatura, como ocurre en procesos de cambio de fase (e.g., durante la fusión o vaporización).

Distribución de Conocimientos

Conocimiento Adecuado (33%): 11 estudiantes comprenden que la adición de calor no siempre provoca un aumento de temperatura.

Conocimiento Erróneo o Incompleto (87%): 22 estudiantes creen incorrectamente que siempre que se agrega calor a un sistema, su temperatura aumenta.

- **Mayoría con Conocimiento Adecuado:**

Familiaridad con la Teoría: La mayoría de los estudiantes tienen una comprensión adecuada de que la energía en un sistema cerrado puede cambiar mediante la realización de trabajo sobre el sistema o mediante el intercambio de calor con su entorno. Esto sugiere que estos estudiantes han internalizado la noción de que tanto el trabajo como el calor son fundamentales en la transferencia de energía, de acuerdo con la Primera Ley de la Termodinámica.

Comprensión de Procesos Isotérmicos y Cambios de Fase: Los estudiantes que comprenden correctamente este concepto son conscientes de situaciones en las que la energía se intercambia sin alterar la temperatura del sistema, como en los cambios de fase donde la energía se usa para romper o formar enlaces moleculares sin cambiar la temperatura.

Educación Eficaz: Los resultados positivos pueden indicar que el método de enseñanza, el material de estudio y las actividades prácticas han sido efectivas en transmitir este concepto clave.

- **Minoría con Conocimientos Erróneos:**

Puede deberse a una confusión conceptual sobre el papel del calor y el trabajo en la termodinámica. Es posible que estos estudiantes no hayan comprendido completamente

cómo se aplica la Primera Ley de la Termodinámica en diferentes escenarios prácticos o teóricos.

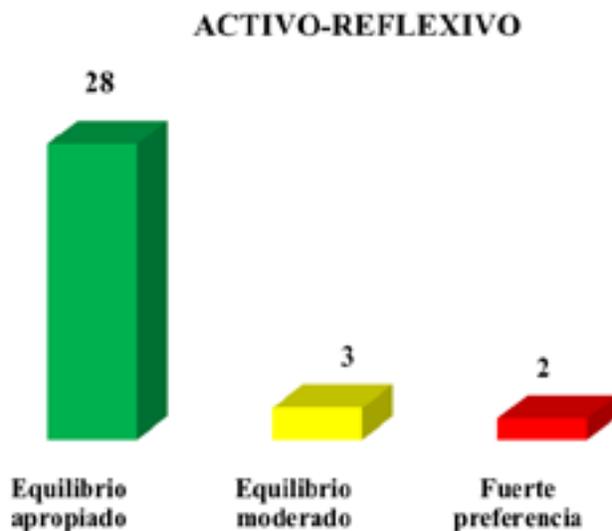
Necesidad de Reforzamiento: Este grupo puede beneficiarse de métodos de enseñanza adicionales, como ejemplos prácticos, experimentos de laboratorio, y ejercicios que resalten la aplicación del calor y el trabajo en sistemas energéticos.

Revisión del Material Didáctico: Es crucial revisar el contenido educativo para asegurar que los conceptos de trabajo y calor en la Primera Ley de la Termodinámica se presenten de manera clara y comprensible.

Estilos de aprendizaje de los estudiantes

Al realizar la calificación a los estudiantes, los resultados fueron los siguientes:

Figura 4
Perfil Activo – Reflexivo



Según los resultados del perfil activo-reflexivo, un 84.8% (28 estudiantes) presenta un equilibrio apropiado, un 9.1% (3 estudiantes) muestra un equilibrio moderado, y un 6.1% (2 estudiantes) tiene una fuerte preferencia para procesar información de acuerdo con las características de su perfil. Estos resultados indican la necesidad de seleccionar estrategias de enseñanza que se adapten a las diversas formas en que los estudiantes prefieren procesar la información

1. Identificación y Eficacia de Estrategias Didácticas:

- **Estudiantes:** No logran identificar estrategias didácticas que les faciliten el aprendizaje. Hay una queja general sobre la claridad y eficacia de las estrategias actuales.
- **Docente:** Utiliza diversas estrategias como lluvia de ideas, método de Polya y trabajos grupales, pero estas no parecen ser reconocidas ni efectivas según los estudiantes.
- **Perfil Activo-Reflexivo:** La mayoría de los estudiantes (84.8%) presenta un equilibrio adecuado entre los estilos de aprendizaje activo y reflexivo, lo cual debería facilitar la adaptación a diversas estrategias didácticas si estas fueran implementadas de manera efectiva.

Figura 5
 Perfil Sensitivo – Intuitivo



Según los resultados del perfil sensitivo-intuitivo, un 84.8% (28 estudiantes) presenta un equilibrio apropiado, un 6.1% (2 estudiantes) muestra un equilibrio moderado, y un 9.1% (3 estudiantes) tiene una fuerte preferencia para percibir información según las características de su perfil. Estos resultados indican la necesidad de seleccionar estrategias de enseñanza que se adapten a las diversas formas en que los estudiantes prefieren procesar la información.

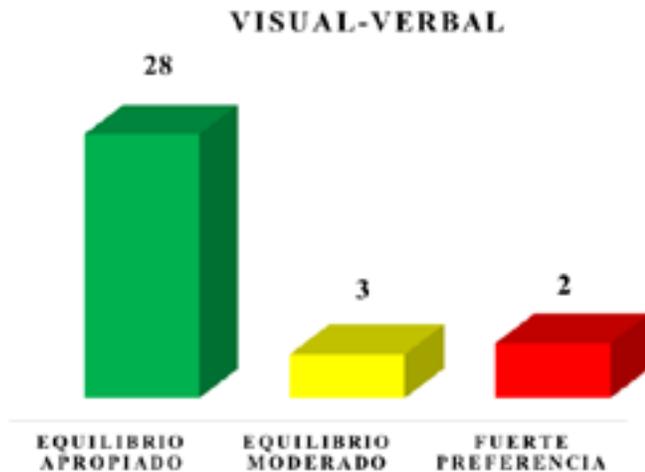
2. Identificación y Eficacia de Estrategias Didácticas:

- **Estudiantes:** No logran identificar estrategias didácticas que les faciliten el aprendizaje, con quejas sobre la claridad y eficacia de las estrategias actuales.
- **Docente:** Utiliza diversas estrategias como lluvia de ideas, método de Polya y trabajos grupales, pero estas no parecen ser reconocidas ni efectivas según los estudiantes.
- **Perfil Sensitivo-Intuitivo:** La mayoría de los estudiantes (84.8%) presenta un equilibrio adecuado entre los estilos de aprendizaje sensitivo e intuitivo, lo que debería facilitar la adaptación a diversas estrategias didácticas si estas fueran implementadas de manera efectiva.

3. Comparación Teórica y Práctica:

- **Estudiantes:** La mayoría no logra aplicar los fundamentos teóricos a ejemplos de la vida cotidiana, indicando una desconexión entre la teoría y la práctica.
- **Docente:** Asegura que los estudiantes están capacitados para hacer comparaciones teóricas y prácticas, aunque los resultados sugieren lo contrario.
- **Perfil Sensitivo-Intuitivo:** Con un 84.8% de estudiantes con un equilibrio entre sensibilidad e intuición, debería ser posible diseñar estrategias que efectivamente vinculen la teoría con la práctica, aprovechando la capacidad de estos estudiantes para procesar información de manera diversa. Además, la dificultad en aplicar la teoría a la práctica sugiere una necesidad de estrategias más integradoras que conecten conceptos teóricos con ejemplos prácticos y cotidianos.

Figura 6
 Perfil Visual – Verbal



Según los resultados del perfil visual-verbal, un 84.8% (28 estudiantes) presenta un equilibrio apropiado, un 9.1% (3 estudiantes) muestra un equilibrio moderado, y un 6.1% (2 estudiantes) tiene una fuerte preferencia para percibir información según el canal sensorial. Estos resultados indican la necesidad de seleccionar estrategias de enseñanza que se adapten a las diversas formas en que los estudiantes prefieren procesar la información.

Comparación Teórica y Práctica:

- **Estudiantes:** La mayoría no logra aplicar los fundamentos teóricos a ejemplos de la vida cotidiana, indicando una desconexión entre la teoría y la práctica. También señalan una falta de recursos como laboratorios, aulas TIC, y ferias científicas, además de un ambiente de aprendizaje ruidoso que dificulta la concentración
- **Docente:** Asegura que los estudiantes están capacitados para hacer comparaciones teóricas y prácticas, aunque los resultados sugieren lo contrario.
- **Perfil Visual-Verbal:** Con un 84.8% de estudiantes con un equilibrio entre los estilos visual y verbal, debería ser posible diseñar estrategias que efectivamente vinculen la teoría con la práctica, aprovechando la capacidad de estos estudiantes para procesar información de manera diversa. La diversidad en los estilos de aprendizaje identificada sugiere que la implementación de diversos recursos y mejoras en el ambiente podría beneficiar significativamente el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes interactuar con el material de diferentes maneras.

Los estudiantes no perciben las estrategias didácticas actuales como efectivas, a pesar de que el docente cree que está utilizando métodos apropiados. También hay un reconocimiento unánime de la falta de recursos tecnológicos y un ambiente de aprendizaje adecuado.

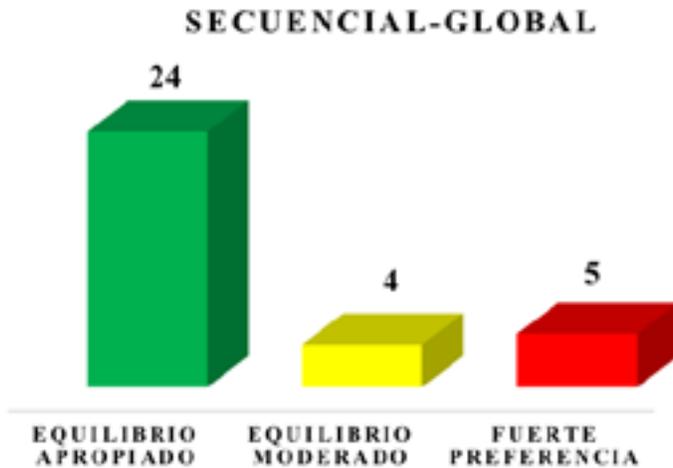
Estrategias Didácticas: La brecha entre la percepción de los estudiantes y la autoevaluación del docente indica que las estrategias actuales no están alineadas con las necesidades y preferencias de los estudiantes. Con un alto porcentaje de estudiantes con un equilibrio visual-verbal, es crucial implementar estrategias más variadas y accesibles.

Recursos y Ambiente: La falta de recursos y un ambiente propicio son barreras importantes. La implementación de aulas TIC, laboratorios y la reducción del ruido podrían mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje.

Aplicación Práctica: La dificultad en aplicar la teoría a la práctica sugiere una necesidad de estrategias más integradoras que conecten conceptos teóricos con ejemplos prácticos y cotidianos.

Figura 7

Perfil Secuencial – Global



Según los resultados en el perfil secuencial-global un 72.7% (24) presenta un equilibrio apropiado, un 12.1% (4) presenta un equilibrio moderado, mientras que un 11.4% (5) presenta una fuerte preferencia para procesar el aprendizaje en base a las características del perfil que permita seleccionar las estrategias de enseñanza más adecuadas.

El número de participantes de la entrevista realizada a los estudiantes fue de 3 estudiantes varones de 11mo B del Colegio Benjamín Zeledón, ellos afirman que no han participado en proyectos de investigación relacionados con la primera ley de la termodinámica, pero mostraron interés en participar en actividades como ferias científicas para romper la monotonía. Asimismo, ningún estudiante ha utilizado el aula TIC para aprender sobre la primera ley de la termodinámica, aunque les gustaría hacerlo.

Percepción del Docente de Física sobre la primera ley de la termodinámica

Tanto los estudiantes como el docente coinciden en que el tema de la primera ley de la termodinámica se ha abordado en clase, pero hay una discrepancia significativa en la percepción de la eficacia de la enseñanza. Los estudiantes se quejan de la claridad y el método de enseñanza, mientras que el docente considera que utiliza estrategias participativas y metodológicas sólidas.

El docente menciona el uso de métodos interactivos y prácticas didácticas, pero los estudiantes indican una falta de comprensión debido a problemas de comunicación y limitaciones en el uso de recursos como el aula TIC y laboratorios caseros. Además, el interés de los estudiantes en actividades extracurriculares como ferias científicas no parece estar reflejado en las estrategias actuales del docente.

Eficacia de la Enseñanza: La percepción de la eficacia de la enseñanza difiere entre los estudiantes y el docente. Mientras el docente cree que sus métodos son efectivos, la falta de comprensión y participación señalada por los estudiantes sugiere una necesidad de revisar y adaptar las estrategias pedagógicas. La claridad en la comunicación y la

diversificación de métodos podrían mejorar la comprensión.

Recursos y Ambientes de Aprendizaje: La falta de uso del aula TIC y laboratorios caseros, junto con un ambiente de aprendizaje ruidoso, limita la efectividad del aprendizaje. Mejorar el entorno físico y aprovechar los recursos tecnológicos disponibles podrían beneficiar significativamente la enseñanza.

Participación y Proyectos: El interés de los estudiantes en participar en proyectos de investigación y actividades extracurriculares como ferias científicas es una oportunidad desaprovechada. Integrar estas actividades en el currículo podría mejorar la motivación y el aprendizaje de los estudiantes.

Mediante la aplicación de la prueba diagnóstica cuyo análisis se presentó anteriormente y la entrevista realizada al docente, se obtuvo la siguiente información:

Identificación de Estrategias Didácticas: Solo un estudiante pudo relacionar la primera ley de la termodinámica con un ejemplo cotidiano, mientras que los otros no respondieron por desconocimiento.

Comparación de Fundamentos Teóricos con Ejemplos de la Vida Cotidiana: Los estudiantes mencionaron que no comprendían bien el tema debido a la falta de claridad en la enseñanza y la limitada exposición al material.

Recursos y Ambiente de Aprendizaje: Hay una falta de recursos como laboratorios, aula TIC, ferias científicas y un ambiente propicio (reducción de ruido) que ayuden al aprendizaje de los estudiantes, estos expresaron que no utilizan el aula TIC y han tenido pocas oportunidades para realizar experimentos prácticos. También mencionaron problemas de ruido que dificultan la concentración.

Estrategias Didácticas: Ambas partes coinciden en que se utilizan estrategias didácticas, pero los estudiantes no las identifican claramente como efectivas para su aprendizaje. Aunque el docente emplea diversas estrategias, parece haber una brecha en la percepción y efectividad de estas estrategias. La falta de claridad y comunicación eficaz puede ser un factor contribuyente.

Comparación Teórica y Práctica: Los estudiantes tienen dificultades para aplicar conceptos teóricos a situaciones prácticas, mientras el docente considera que los capacita para hacer estas comparaciones. Esta discrepancia sugiere que las estrategias utilizadas no están logrando su objetivo. Es necesario revisar las técnicas de enseñanza y asegurarse de que los estudiantes comprendan y puedan aplicar los conceptos teóricos en la práctica.

Recursos y Ambiente de Aprendizaje: Ambos grupos reconocen la falta de implementación de recursos TIC y la participación en ferias científicas, además de la necesidad de un ambiente de aprendizaje más adecuado. La ausencia de estos recursos limita significativamente las oportunidades de aprendizaje práctico y tecnológico. Implementar estos recursos podría mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en la materia.

Propuesta para la enseñanza de relación de la primera ley de la termodinámica con los conceptos de calor, energía y trabajo

La relación que existe entre la primera ley de la termodinámica con los conceptos de calor, energía y trabajo son de algún modo difíciles de interpretar por los estudiantes. Las técnicas de enseñanza de la siguiente propuesta se enfatizan en que los estudiantes

conozcan y comprendan los fundamentos teóricos que serán aplicados a situaciones reales en los diferentes procesos termodinámicos de la presente ley y cumplan con los indicadores de logro. Las fases son las siguientes:

Objetivo	Antes de la clase	Durante la clase	Después de la clase
Identificar los conceptos de calor, energía, trabajo y la primera ley de termodinámica.	El docente tiene la responsabilidad de recopilar y compartir información relevante para la materia en el grupo de WhatsApp creado específicamente con fines de estudio. Esta plataforma permitirá a los estudiantes acceder a recursos adicionales, aclarar dudas y mantenerse actualizados sobre las actividades y tareas.	A partir de los resultados del cuestionario de Felder, se ha identificado que la mayoría de los estudiantes poseen un equilibrio adecuado en sus estilos de aprendizaje. Estos resultados destacan que los estudiantes tienden a trabajar mejor en equipo, preferiblemente en grupos de seis integrantes. Además, se observó que tienen facilidad para trabajar mediante técnicas de lluvia de ideas, lo que sugiere que poseen un estilo de aprendizaje activo-reflexivo que facilita la activación y discusión de conocimientos previos.	Se puede orientar a los estudiantes a entregar el resumen o cuadro sinóptico realizado durante la clase, ya sea en formato físico o digital. Esta práctica tiene múltiples beneficios tanto para los estudiantes como para el docente.
Materiales	Además, es fundamental motivar a los estudiantes a realizar un estudio individual desde casa, fomentando así la autonomía y la responsabilidad en su proceso de aprendizaje. Se pueden sugerir técnicas de estudio, establecer metas y plazos, y proporcionar retroalimentación constante para asegurar que cada estudiante esté avanzando adecuadamente.	Para optimizar el proceso de aprendizaje, es recomendable que los estudiantes reciban orientaciones a través de preguntas sencillas y directas, adaptándose así a los estilos sensitivo-intuitivo. Esta técnica no solo ayuda a clarificar conceptos, sino que también promueve una comprensión más profunda y adaptada a las necesidades individuales de cada estudiante.	Para los estudiantes, la elaboración de resúmenes y cuadros sinópticos les ayuda a organizar la información de manera estructurada, facilitando la comprensión y retención de los conceptos aprendidos. Esta actividad también promueve habilidades importantes como la síntesis de información, el pensamiento crítico y la capacidad de identificar y destacar los puntos clave de un tema. Al tener que presentar su trabajo, los estudiantes se ven motivados a poner mayor esfuerzo y atención en sus resúmenes, sabiendo que serán revisados por el docente.
Cuaderno Lápiz Folleto Dispositivos			

	<p>Para aquellos estudiantes que no tengan acceso a dispositivos digitales, el docente debe prever la entrega anticipada de material de estudio impreso, como folletos. Estos folletos deben contener información detallada y clara sobre los temas a tratar, incluyendo referencias bibliográficas que permitan a los estudiantes profundizar en los contenidos por su cuenta. Este material deberá ser entregado con suficiente antelación para que los estudiantes puedan prepararse adecuadamente para los encuentros presenciales o virtuales.</p> <p>De esta manera, se garantiza que todos los estudiantes, independientemente de sus circunstancias tecnológicas, tengan acceso a los recursos necesarios para su aprendizaje y puedan participar activamente en las actividades propuestas por el docente.</p>	<p>Asimismo, es beneficioso organizar la información tanto previa como nueva utilizando herramientas como mapas conceptuales, resúmenes o cuadros sinópticos. Esta estrategia responde a los estilos visual-verbal de aprendizaje, permitiendo una mejor estructuración y asimilación de la información. Además, se recomienda que los contenidos sean presentados de manera progresiva, comenzando por los conceptos más fáciles y avanzando hacia los más complejos, en línea con el enfoque secuencial-global.</p> <p>Implementando estas estrategias, se puede asegurar que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más efectivo y esté alineado con las preferencias y fortalezas de los estudiantes, promoviendo así un ambiente educativo más inclusivo y dinámico.</p>	<p>Desde la perspectiva del docente, recibir estos resúmenes o cuadros sinópticos permite evaluar de manera efectiva el grado de entendimiento de los estudiantes. A través de estos documentos, el docente puede identificar qué tan bien los estudiantes han captado los conceptos discutidos en clase y si hay áreas que necesitan mayor atención o aclaración. Esta retroalimentación es invaluable para ajustar las estrategias de enseñanza y asegurar que todos los estudiantes progresen adecuadamente.</p> <p>Además, la opción de aceptar trabajos en formato físico o digital ofrece flexibilidad, respetando las preferencias y posibilidades tecnológicas de cada estudiante. En un entorno cada vez más digitalizado, permitir la entrega de trabajos en formato digital también prepara a los estudiantes para las demandas del mundo académico y profesional actual, donde las competencias digitales son esenciales.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Aplicación de los procesos termodinámicos

Durante el análisis del cuestionario inventario de Felder se evidenció que los estudiantes tienden a trabajar mejor secuencialmente, al emplear el aprendizaje basado en proyectos se atiende a las diversidades de los estudiantes para desarrollar habilidades en contextos reales. A continuación, se presenta una propuesta que se relacione con los objetivos de la macro unidad pedagógica del MINED para la enseñanza y aprendizaje en los estudiantes.

Contenidos	Competencia de ejes transversales	Indicador de Logro
Primera Ley de la Termodinámica 1. Aplicaciones de la primera ley de la termodinámica. 1.1. Transformaciones adiabáticas. 1.2. Transformaciones isotérmicas. 1.3. Procesos isobáricos. 1.4. Procesos isométricos	1. Utiliza y comparte diferentes tecnologías digitales para interactuar de manera positiva y efectiva. 2. Aplica el pensamiento lógico y los algoritmos en la resolución de problemas simples o complejos en distintos aspectos de su vida cotidiana.	Aplica el pensamiento lógico para explicar la importancia de la primera ley de la termodinámica y resuelve ejercicios de sus aplicaciones en la vida diaria.
Selección del proyecto	Requerimientos	Estructura del informe
1. Creación de una nube de alcohol. 2. Fusión de hielo con agua caliente. 3. El globo con agua y la botella. 4. El huevo y la botella. 5. Turbina de vapor 6. Implosión de una lata de aluminio	Grupos de 6 participantes. <ul style="list-style-type: none"> Cada grupo deberá seleccionar un proyecto. Conforme el docente vaya orientando deberán presentar evidencias del avance de su proyecto. Al final deberán presentar una exposición, un informe escrito y un video que será enviado antes de la presentación por vía WhatsApp al grupo (tiempo de duración 5 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> Portada Índice Introducción Planteamiento del problema Objetivos (General y específicos) Descripción de variables Hipótesis Materiales Experimentación Análisis y resultados. Conclusiones Referencias bibliográficas Anexos

CONCLUSIONES

En base a los resultados del proceso investigativo y la revisión teórica que se hizo se establecen las siguientes conclusiones:

- Una parte significativa de los estudiantes tiene una comprensión adecuada de los conceptos básicos de la Primera Ley de la Termodinámica, existen áreas críticas donde la comprensión es deficiente. Para mejorar el conocimiento general y asegurar que todos los estudiantes alcancen un nivel sólido de comprensión, es necesario adoptar una estrategia educativa más robusta y diversificada. Al hacerlo, se puede garantizar que los estudiantes no solo memoricen los principios termodinámicos, sino que también los entiendan y puedan aplicarlos en contextos prácticos y teóricos.
- Es crucial la revisión y mejora del currículo para abordar las necesidades educativas de los estudiantes de manera integral. Emplear una variedad de métodos de enseñanza, que incluyan explicaciones teóricas claras, experimentos prácticos y visualizaciones, no solo enriquece el proceso de aprendizaje, sino que también atiende a los diversos estilos de aprendizaje identificados a través del Inventario de Felder. La implementación de evaluaciones formativas frecuentes permite detectar y corregir malentendidos tempranos, asegurando que todos los estudiantes avancen de manera adecuada.

Además, las sesiones de refuerzo específicas son fundamentales para apoyar a aquellos que presentan dificultades con los conceptos más complejos, garantizando así una comprensión

profunda y equitativa de la materia. Estas estrategias, alineadas con los estilos de aprendizaje de los estudiantes, contribuyen significativamente al desarrollo de competencias tecnológicas eficientes y sostenibles, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del entorno energético de manera efectiva.

- La propuesta didáctica sobre la Primera Ley de la Termodinámica proporciona herramientas indispensables para el análisis de diversos procesos termodinámicos. Comprender cómo se aplica esta ley a transformaciones adiabáticas, isotérmicas, isobáricas e isométricas es esencial para el diseño y la optimización de sistemas energéticos, esto permite a los estudiantes ver la aplicabilidad de esta ley en su entorno. Las implicaciones prácticas significativas que conllevan estos procesos tienen como objetivo desarrollar el aprendizaje de los estudiantes y mejorar continuamente sus competencias tecnológicas, promoviendo así un aprendizaje para la vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, G. G. (2002). *Compendio de Pedagogía*. <https://pdfcoffee.com/compendio-de-pedagogia-pdf-free.html>
- Bauer y Westfall. (2011). *Física para ingeniería y ciencias*. México: Mc Graw Hill.
- Casal Jordi, E. M. (3 de Marzo de 2003). *Tipos de Muestreo*. [http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20\(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta\)/TiposMuestreo1.pdf](http://mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20(C%C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta)/TiposMuestreo1.pdf)
- DGB. (22 de agosto de 2004). *Manual de Estilos de Aprendizaje - Dirección General del Bachillerato*: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/1002/1/Manual%20Estilos%20de%20Aprendizaje%202004.pdf>
- Ferreiro, R. (2003). *Estrategias Didácticas de Aprendizaje Cooperativo*. Mexico: Trillas.
- Hewitt, P. (2016). *Física Conceptual*. México: Pearson.
- Márquez Vázquez, F., López Garduño, L., & Pichardo Cueva, V. (2008). Una propuesta didáctica para el aprendizaje centrado en el estudiante. *Apertura*, 8(8), 66-74. <https://doi.org/http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68811215005>
- Mata Solis, L. D. (28 de Mayo de 2019). *El enfoque cualitativo de investigación*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>
- Rosales y Hernández (12 de enero de 2016). *Repositorio UNAN - Managua*. <https://repositorio.unan.edu.ni/3467/1/11071.pdf>
- Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Schunk. (2012). *Teorías del Aprendizaje*. México: Pearson Eduaction.
- Serway y Jewett. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. Mexico: Cengage Learning Editorial.
- Tippens. (2010). *Física Conceptos y Aplicaciones*. Buenos Aires: McGraw Hill .
- Wilson et al. (2007). *Física*. México: Pearson Educacion.
- Zemansky, S. (2012). *Física Universitaria*. Mexico: Pearson Educacion.

ANEXOS

HOJA DE CALIFICACIÓN

Asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta.

Act-Ref		Sens-Int		Vis-Verb		Sec-Glob		
Pregunta	A	B	Pregunta	A	B	Pregunta	A	B
Nº			Nº			Nº		
1			2			3		
5			6			7		
9			10			11		
13			14			15		
17			18			19		
21			22			23		
25			26			27		
29			30			31		
33			34			35		
37			38			39		
41			42			43		
	A	B		A	B		A	B
Total Columna								
Restar menor al mayor								
Asignar letra Mayor								

Anexo 2. Inventario de Estilos de Aprendizaje

Tome el Inventario y una Hoja de Calificación en blanco. Asigne UN PUNTO en la casilla correspondiente de acuerdo con el número de la pregunta y su respuesta. Por ejemplo: si su respuesta en la pregunta 5 fue A, coloque 1 en la casilla debajo de la letra A y al lado derecho de la pregunta 5.

- 1) Registre de esta manera cada una de las preguntas desde la 1 hasta la 44.
- 2) Luego, sume cada columna y escriba el resultado en la casilla TOTAL COLUMNA.
- 3) Mirando los totales de cada columna por categoría, reste el número menor al mayor.
- 4) Asigne a este resultado la letra en la que obtuvo mayor puntaje en cada categoría.
- 5) Ahora, llene la Hoja de Perfil con estos resultados, teniendo en cuenta que la letra A corresponde al estilo situado a la izquierda y la letra B al estilo situado a la derecha.
- 6) Finalmente, la hoja de interpretación permite interpretar los resultados obtenidos.

	A	B		A	B		A	B		A	B
Total Columna	5	6		5	6		5	6		8	3
Restar menor al mayor	1			1			1			5	
Asignar letra Mayor	1B			1B			1B			5A	

HOJA DE PERFIL

	11	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11	
ACTIVO						X							REFLEXIVO
SENSORIAL						X							INTUITIVO
VISUAL						X							VERBAL
SECUENCIAL				X									GLOBAL

Si su puntaje está en la escala entre 1-3 el estudiante presenta un equilibrio apropiado entre los dos extremos de esa escala. En el ejemplo anterior se observa que el estudiante tiene un equilibrio entre Activo y Reflexivo, Sensorial e Intuitivo y Visual y Global.

Si su puntaje está entre 5-7 el estudiante presenta un equilibrio moderado hacia uno de los dos extremos de la escala y aprenderá más fácilmente si se le brindan apoyos en esa dirección. En el ejemplo se observa que el estudiante es más Secuencial que Global, por lo tanto, aprenderá más fácilmente si se le brinda apoyo en esa dirección.

Si su puntaje se encuentra en la escala de 9-11 el estudiante presenta una preferencia muy fuerte por uno de los extremos de la escala. El estudiante puede llegar a presentar dificultades para aprender en un ambiente en el cual no cuente con apoyo en esa dirección.