

Integración didáctica con exploración aplicada en la enseñanza de la *energía solar*



Jonás Torres Montealbán y Mario Humberto Ramírez Díaz

¹Universidad Autónoma Chapingo, Área de Física de la Preparatoria Agrícola.
Carretera México Texcoco Km. 38.5 Estado de México, C.P. 52230

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria, IPN.
Av. Legaria 694, Del. Gustavo A. Madero, Mexico D.F. C.P. 11500

E-Mail: ac9637@chapingo.mx

(Recibido el 28 de mayo de 2016; aceptado el 2 de octubre de 2016)

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue diseñar, aplicar y evaluar una experiencia de enseñanza-aprendizaje de la física, mediante la implementación de la metodología: *integración didáctica con exploración aplicada* (IDEA), con estudiantes de física de nivel Preuniversitario. Consideramos para este estudio, aplicaciones de la *energía solar* y se trabajó en cuatro etapas, cada una de ellas representa los elementos de la metodología; integración de las teorías de aprendizaje, didáctica de la física, exploración con fichas y aplicación en prototipos. Participaron 47 estudiantes, se revisó el tema de *transferencia de energía térmica*. Por lo tanto, a través de explorar con PreTest y PostTest propios, el avance de los estudiantes en la intervención metodológica; logramos la integración de los conceptos estudiados. Finalmente, obtuvimos una ganancia conceptual significativa, tanto en la adquisición de elementos cognitivos como procedimentales. Por lo que, la metodología puede ser una alternativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.

Palabras clave: Física educativa, hojas de trabajo, integración didáctica y energía solar.

Abstract

The aim of this paper was design, apply and evaluate a teaching-learning experience in physics, by means of implementation of a methodology: *integration didactic with exploration applied* (IDEA), with students of precollege level. We considered for this study, *solar energy* applications and we worked in four stages, each one of which represents the methodology elements: integration of learning theories, teaching of discipline, exploration with worksheets and application in prototypes. Participated in this study 47 students and we review the topic of *transfer of thermal energy*. Therefore, through exploring with PreTest and PostTest, during and after the intervention methodology; we get an integrating conceptual in the topics studied. Finally, was possible to achieve a significant conceptual gain in both the acquisition of cognitive and procedural elements. Consequently, the methodology can be an alternative in the teaching-learning process of physics.

Keywords: Physics education, worksheets, didactic integration and solar energy.

PACS: 01.40.FK, 01.40.gb, 01.50.Qb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Podemos aplicar diferentes estrategias para la comprensión de situaciones físicas, dependiendo del momento histórico al que se hace referencia y de las teorías del aprendizaje que estén de moda. Sin embargo, no existe una receta que se pueda aplicar en la resolución de problemas contextuales, ni una teoría general de la educación ni de la cognición, que den respuesta a los diferentes aspectos del pensamiento de los estudiantes en las aulas y en la vida cotidiana. En este sentido, las teorías del aprendizaje Conductual, Humanista, Cognitivo y Procesamiento de la información, por mencionar algunas; desarrollan actividades que no llegan a ser compatibles con los

resultados que obtienen los investigadores educativos en el salón de clases. Sin embargo, tratan de darles un orden que guíe a los estudiantes en la comprensión de problemas de ciencias, [1]. Con base en lo anterior, se trata de reflexionar sobre: el *qué*, el *cómo* y el *para qué* se resuelven problemas en situaciones físicas en el aula y trasladarlas a situaciones de la actividad humana. Pasar de lo memorístico al pensamiento crítico, de la simple asociación a la comprensión, de problemas en el aula-laboratorio a problemas en la vida cotidiana. La metodología IDEA (por sus iniciales), que hemos implementado en la temática de *transferencia de energía térmica* en el curso de física de nivel Preuniversitario, se basa en los siguientes cuatro procesos concatenados.

II. INTEGRACIÓN DE LAS TEORÍAS DE APRENDIZAJE

En cierto sentido clásico y con cualidades demostradas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, sabemos que se pueden involucrar, como se muestra en la Figura 1; el trabajo colaborativo; la resolución de problemas [2], el aprendizaje activo [3]. Las actividades experimentales [4] el desarrollo de actitudes y posicionamientos críticos ante la fenomenología estudiada; logrando con esto, trabajar objetivos procedimentales y ejercitar capacidades cognitivas, metacognitivas e instrumentales [5].

III. DIDÁCTICA DE LA DISCIPLINA

En el caso de la energía térmica, en donde se pretende analizar y describir las ideas que los estudiantes tienen sobre la *transferencia de energía térmica* [6]: conducción, convección y radiación; llegando a generalizar la transformación y conservación de la energía. La información con que partimos para el estudio, se obtiene a partir de exploraciones propias, los cuales se elaboraron siguiendo un proceso de confiabilidad y validez. Se tomaron en cuenta, las evidencias que hacen valido un instrumento de medición como es: el contenido, el criterio y el constructo; en congruencia con el programa oficial de la asignatura. Con estos criterios, nos acercamos de manera confiable a un instrumento adecuado, en donde se registraron los datos observados, que representaron los conceptos y las variables tomadas en cuenta para las mediciones realizadas, [7].



FIGURA 1. Integración teórico experimental.

Asimismo, consideramos las concepciones que los estudiantes tienen en el lenguaje cotidiano sobre el “calor”, [8]. Y encontramos dos posturas sobre cómo introducir los conceptos de transferencia de energía térmica. El primero, tiene que ver con la sistematización del concepto de *conservación de energía*. Y el segundo, tiene que ver con un proceso gradual de núcleos de conocimiento, que se van incorporando a los nuevos atributos, hasta completar el significado de los mecanismos de transferencias de energía

térmica; *conducción, convección y radiación*, [9]. Los dos aspectos fueron parte del diseño de los instrumentos de recolección de datos y en las actividades de aprendizaje IDEA, con el objetivo de introducir el concepto de “calor”, como una medida de la energía térmica transferida en un tipo particular de proceso, que para nuestro estudio es el aprovechamiento de la *energía térmica solar*, [10].

III. EXPLORACIÓN CON HOJAS DE TRABAJO

Con las hojas de trabajo, se obtiene una ruta didáctica de la metodología de enseñanza-aprendizaje IDEA, en el aula-laboratorio, que dilucida los problemas a explorar; analizando la posible resolución y además logrando la documentación de la misma. Con estos instrumentos de recogida de datos, se monitorea el aprendizaje, se identifican las dificultades que se deben abordar y además, se enfatizó en el desarrollo de habilidades de pensamiento y procedimentales característicos de las ciencias como la física, [11].

Por otro lado, se obtienen instrumentos de trabajo formativo y de recolección de información, con la posibilidad de transformar la práctica docente en actividades de investigación/acción. Es así como se diseñaron, aplicaron y analizaron cuatro PreTest y sus respectivos PostTest. Las hojas de trabajo explorativas elaboradas entre pares académicos y en discusiones colaborativas, tienen ocho elementos a considerar en cada una de estas fichas de trabajo, y no pretenden ser ocho pasos a seguir de manera algorítmica, mas bien, dependerá de las características de las fichas explorativas (Fenomenológica, Experimental, Conceptual y de Aplicación); como se muestra en la Figura 2.

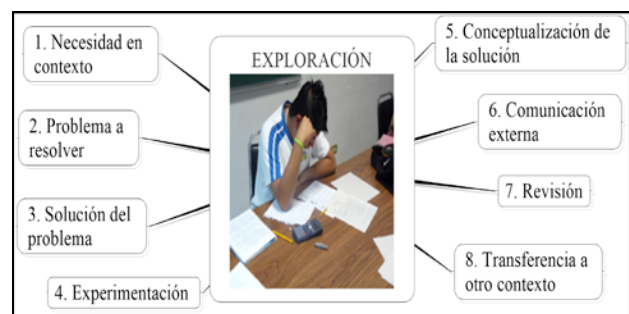


FIGURA 2. Elementos de las hojas de trabajo.

Las características de las encuestas se muestran a continuación y forman parte de la evaluación.

- *Encuesta I.* Cuestionario que proporciona información conceptual antes de la intervención metodológica.
- *Encuesta II.* Cuestionario que proporciona información sobre el trabajo experimental previo a su ingreso al

curso y antes de la intervención metodológica.

- *Encuesta III.* Cuestionario que proporciona información sobre el conocimiento introductorio al nivel Preuniversitario, sobre los conceptos como: temperatura, equilibrio térmico, calor y sistema.
- *Encuesta IV.* Cuestionario que proporciona información sobre el conocimiento enfocado en la temática de estudio, que tiene que ver con los conceptos de transferencias de energía térmica. Con esta información se realiza el análisis de la ganancia conceptual, contrastando el PreTest y el PostTest, en cada uno de los cuestionario, antes y después de la intervención, [12].

IV. APLICACIÓN CON EL PROYECTO INTEGRADOR

Implica dejar de lado la enseñanza mecánica y memorística, para enfocarse en un trabajo más retador y complejo; utilizando un enfoque de multi-habilidades de los estudiantes, que estimule el trabajo colaborativo; a partir de la manufactura de un prototipo de *energía solar*, [13]. Desarrollando vivencias educativas en el aula-laboratorio, formando equipos de trabajo con estudiantes regionalmente diferentes por la procedencia del interior del país y promoviendo procedimientos de investigación, para solucionar problemas reales, [14].

No se trata de resolver ejercicios de fin de capítulo, que únicamente necesitan de una secuencia de acciones predeterminadas y automatizadas, con la posibilidad de obtener una única solución. Mas bien que, el problema debe ser contextualizado, abierto con la posibilidad de pensar distintas vías, [15]. Esto permite desplegar dinámicas colaborativas entre los estudiantes y la mediación por parte del docente, con espacios de reflexión y revisión. Así, preparándolos permanentemente para trabajar de manera grupal con: el *calentador solar*, de manera individual con: la *estufa solar* y por equipo con: un panel *fotovoltaico* (introduciendo la próxima temática de electromagnetismo y no fragmentar la metodología) [16].

V. OBJETIVO

Diseñar, aplicar y evaluar el efecto de la Integración Didáctica con Exploración Aplicada (IDEA), metodología propuesta para desarrollar aprendizajes en la temática de transferencia de energía térmica, con estudiantes de nivel Preuniversitario, correlacionando aspectos conceptuales y procedimentales de la Física, obtenidos a través de un proyecto integrador sobre *energía solar* y las fichas de trabajo explorativas.

VI. METODOLOGÍA

Trabajamos con 47 estudiantes de nivel Preuniversitario. Son los que completaron los cuatro cuestionarios después de la metodología de intervención. Los estudiantes involucrados en el estudio cursan un año previo a su ingreso a las licenciaturas que ofrece la UACH. Las carreras que se imparten son de carácter agrícola, la mayoría son estudiantes becados y viven dentro de la universidad o en sus alrededores; como se mencionó anteriormente, los estudiantes provienen de diferentes estados de la república y por lo tanto de diversos bachilleratos, en su mayoría públicos y muchos de ellos no tenían experiencia en el trabajo en el laboratorio de física, [17].

La metodología IDEA como un modelo de integración, no sólo busca la integración de los cuerpos organizados de conocimientos, sino también, la integración de las propuestas educativas que se incorporan a partir de las posibilidades y la experiencia de los docentes. También depende de los conocimientos y habilidades desarrolladas por los estudiantes al momento del diagnóstico.

La integración de diferentes metodologías de enseñanza de la física probadas ampliamente, así como las aportaciones que retoma la propuesta IDEA, forman parte de esta metodología alternativa, que pretende ayudar a los estudiantes en el estudio de la física y que les resulte útil para enfrentarse a situaciones problemáticas fuera del aula-laboratorio, como es el uso de la energía solar térmica o fotovoltaica. Con base en lo anterior, se puso de manifiesto que se debe partir de necesidades reales, que permitan identificar y analizar problemas cotidianos y sus posibles soluciones [18].

Por lo que, se diseñaron actividades IDEA, que apoyen a los estudiantes a construir aspectos cognitivos, didácticos y de comprensión de los fenómenos involucrados, relacionados con la temática de estudio: temperatura, equilibrio térmico, calor, transferencia de energía térmica (conducción convección y radiación) y conservación de la energía. Se interpretaron otros fenómenos correlacionados como: efecto termosifón, efecto invernadero, óptica de concentración y energía solar fotovoltaica.

La didáctica de la Física, nos ayuda a entender el funcionamiento de sistemas que involucran el concepto de energía y su conservación, en sistemas como son la energía solar térmica, a un nivel de comprensión de los subsistemas que lo integran; por ejemplo, en un calentador solar de agua, [19]. Dicho dispositivo contiene varios subsistemas que requieren de conceptos físicos y su correcta comprensión para dar explicaciones acertadas, como son: la concentración solar, los materiales aislantes y conductores de calor, los efectos colectivos y la interacción de las ondas electromagnéticas, [20]. Es necesario comparar estudios relacionados con estas temáticas, mas ahora que hay un creciente interés sobre las energías limpias, que ayuden a mitigar la contaminación y ayuden en la economía familiar, considerando que en México día con día se incrementan los precios del gas y la gasolina.

VII. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (IDEA)

En nuestra propuesta metodológica, damos oportunidad a que los estudiantes puedan tejer redes mentales, mediante la incorporación de todo tipo de actividades vivenciales y de información, Figura 3. Procurando que su aprendizaje sea más profundo, completo y en contexto fuera del aula-laboratorio (enseñanza para la comprensión), con el proyecto integrador, [21]. Mediante una construcción en espiral de constante retroalimentación, los temas previos estudiados, son la base para el inicio de la aplicación de la metodología. Resulta indispensable iniciar la enseñanza a partir de lo que los estudiantes conoce acerca del tema y sus ideas previas del mismo, [22]. Es importante recordar que son estudiantes que ya han cursado el nivel bachillerato.

Con la información que se marca en el programa de la materia de física de nivel Preuniversitario, se inició la intervención metodológica, aplicando el primer PreTest (Exploración al Ingreso). De esta manera, se trata de aprender de verdad o de manera significativa; lo que implicó realizar una amplia variedad de actividades de todo tipo, que no sólo logren la comprensión del tema sino que, al mismo tiempo, la aumenten, [23] Con base en la información obtenida en las encuestas, se implementaron 10 actividades durante el estudio y que llevaron a la aplicación de los conceptos estudiados en el proyecto integrador.

VIII. ENCUESTAS EXPLORATORIAS

En el análisis de la primera encuesta (PreTest-PostTest), arrojó una calificación promedio de 3.8 de 10, referido a la exploración al ingreso del tema. Es así como decidimos elegir, diseñar e implementar las actividades vivenciales, experimentales y de exteriorización en el desarrollo del proyecto integrador sobre *energía solar*. Esto nos planteó la meta, de lograr una comprensión profunda de los contenidos estudiados (declarativos, procedimentales y actitudinales). Asimismo, es de gran importancia para nuestra propuesta, desarrollar la evaluación de manera continua, [24]. En ese sentido se exploró el conocimiento de los estudiantes en diferentes etapas:

En *la exploración al ingreso*, revisamos aspectos generales sobre el trabajo experimental y de los conceptos introductorios de termodinámica a nivel Preuniversitario. Estas preguntas están retomadas de la evaluación diagnóstica al inicio del curso de física, es decir antes del primer tema que es mecánica.

La exploración experimental, es fundamental para nuestra propuesta metodológica. Aquí destacamos aspectos procedimentales y metodológicos de las ciencias experimentales. En este cuestionario los estudiantes mostraron muchas deficiencias, debido principalmente a las pocas o escasas experiencias previas al ingreso, sobre el trabajo en el laboratorio de física. Obteniendo un promedio

de 3.6 de calificación sobre 10. Por lo que, se hace énfasis en la experimentación y la interpretación de la información obtenida en las actividades de aprendizaje IDEA.

La exploración conceptual (I), nos da la oportunidad sobre las ideas previas que los estudiantes tienen y los errores conceptuales que se deben atacar en las actividades propuestas. El promedio de 6.1 sobre 10 que obtuvieron en esta encuesta, nos dio la pauta para establecer que la fenomenología sobre los temas de temperatura, calor, equilibrio y sistema, son muy cercana a los estudiantes, y logran hacer inferencias sobre las leyes que rigen dichos fenómenos termodinámicos introductorios, al nivel cognitivo en el que se encuentran, considerando que han terminado el nivel bachillerato, [25].

La exploración de acentuación, en la exploración conceptual (II), que es el cuestionario sobre transferencia de energía térmica, nos planteó el reto de lograr una ganancia conceptual mas alta en esta parte, considerando que el resultado obtenido en el PreTest fue de 3.3 sobre 10. Por lo que, al introducir el proyecto integrador, como medio de motivación, tratamos de reforzar la participación activa, la cooperación entre los estudiantes y tejer redes conceptuales entre lo conocido y lo que se estudia.

IX. IMPLEMENTACIÓN METODOLÓGICA

Después de analizar los resultados obtenidos por los estudiantes en el diagnóstico del tema de estudio, se implementó la Actividad de Aprendizaje IDEA-01. Termodinámica definiciones básicas; ficha de tipo *fenomenológico-experimental*. En esta actividad se explican cambios en situaciones físicas de interés termodinámico, procurando que los estudiantes descifren el significado de la experiencia, de tal forma que el efecto de la vivencia logre ser reflexiva y de apropiación de algo significativo.

Se describen a continuación los 8 pasos que se adaptan a cada una de la fichas explorativas, para la Actividad IDEA-01, quedó como sigue:

Paso 1. *La necesidad en contexto.* Se presenta una secuencia de conceptos para explorar una problemática abierta y de un nivel adecuado; con el objeto de que los estudiantes puedan tomar decisiones y entrenarse en el formalismo de la información que se va a estudiar, como: ambiente, alrededores, sistema, frontera, pared, variables, parámetros, propiedades extensivas e intensivas.

Paso 2. *El problema a resolver.* Se presentan preguntas tomando como referencia prerequisites mínimos favoreciendo la reflexión de los estudiantes sobre la relevancia y el posible interés de la situación propuesta. ¿Qué características tienen los cambios termodinámicos por interacciones térmicas y los cambios termodinámicos por interacciones mecánicas?

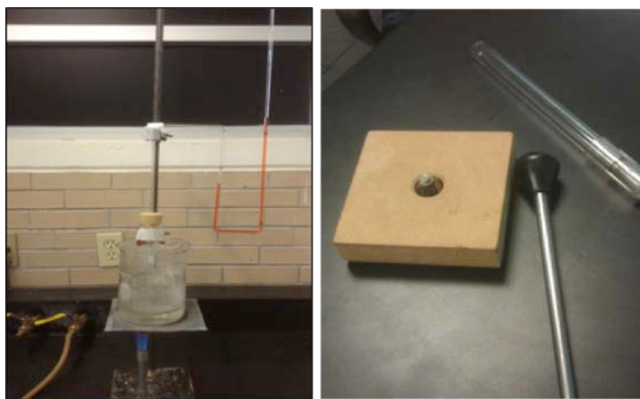


FIGURA 3. Integración teórico experimental.

Paso 3. La solución propuesta. Al estructurar la actividad se exteriorizan experiencias y se emiten preguntas para orientar la investigación como actividad central y se trata de definir variables. Se prepara la parte experimental de la ficha, se formulan preguntas operativas sobre lo que se busca. Y se destaca el papel de las matemáticas como

instrumentos de investigación. Se deben tener elementos conceptuales para iniciar las posibles soluciones como los estudiados en el paso 1.

Paso 4. La experimentación. La planificación y el diseño experimental centrado en los propios estudiantes. Se desarrollan ensayos y se pide a los estudiantes que realicen una descripción de cada uno de los casos ilustrados, se trata de emitir y fundamentar hipótesis, prestando atención al control de variables. Es importante que los estudiantes emitan y fundamenten hipótesis, prestando atención al control de variables. La interacción térmica mediante un manómetro que contiene agua con colorante, Figura 3 (izquierda), se observan los efectos en el sistema al calentarlo. Por otro lado, el pistón de Hyman muestra los cambios a altas temperatura mediante un movimiento repentino para lograr la ignición de un material, Figura 3 (derecha); el diseño experimental debes ser con la participación de los estudiantes.

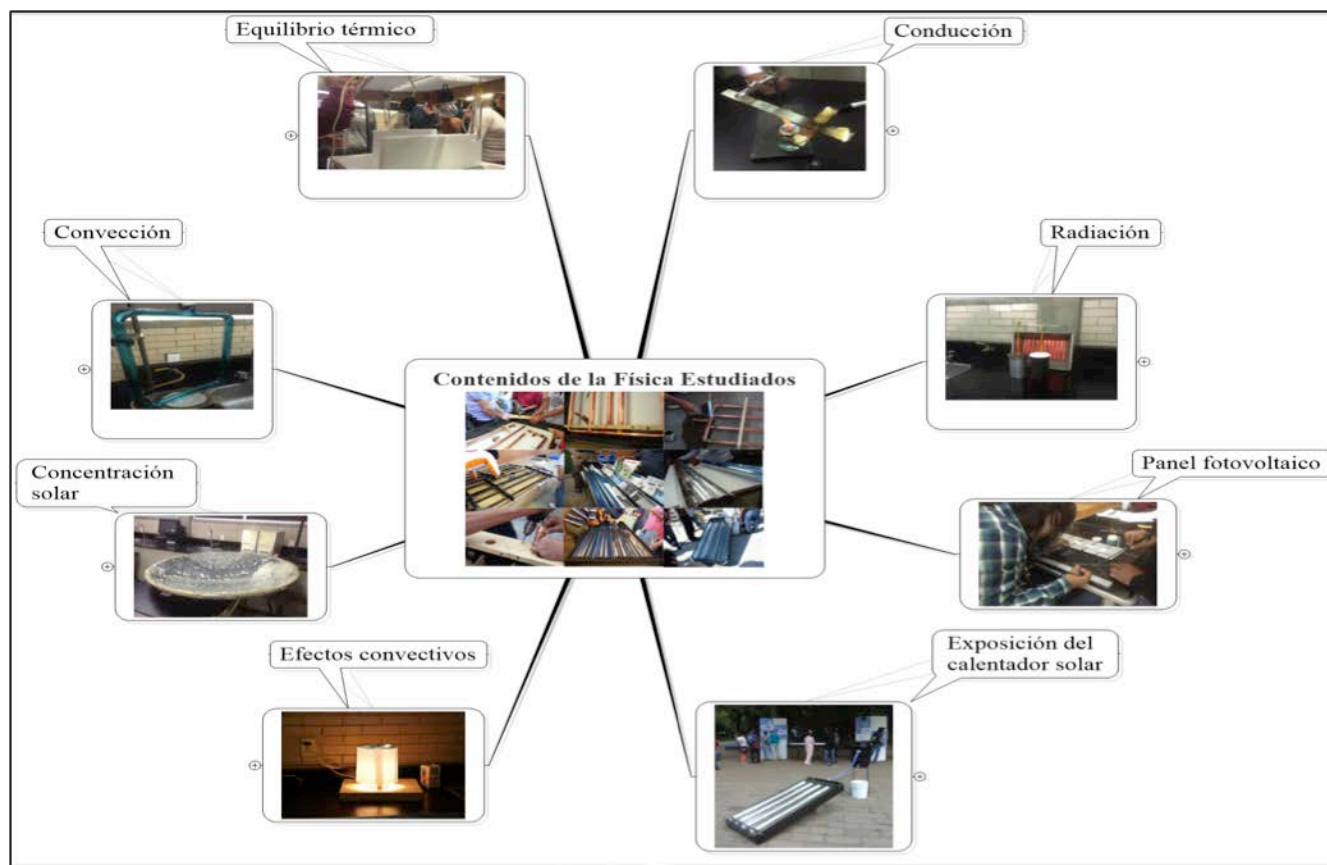


FIGURA 3. Contenidos de la física estudiados

Paso 5. La conceptualización de la resolución del problema, es decir, la autorregulación del trabajo de los

estudiantes en cuanto a la necesidad de revisar el diseño, las hipótesis e incluso el problema planteado, para fines de replantear la posible resolución del problema. En cada experimento, las interacciones de tipo térmico y mecánico muestra aspectos a resaltar como: a) Cambio termodinámico por efecto motriz, en el pistón, las paredes adiabáticas nos permiten las interacciones térmicas con los alrededores, es decir $Q = 0$. Para el manómetro el aumento de la temperatura produce cambio en los puntos del estado inicial y el estado final.

Paso 6. La comunicación externa, procurar la integración de cuerpos coherentes de conocimiento, mediante la interpretación fiable de los resultados, poniendo atención al planteamiento inicial y deshacer posibles nudos conceptuales. Se le señala al estudiante la importancia de que utilice el lenguaje que se le ha aportado en las definiciones básicas y realice el reporte experimental en el cuaderno de trabajo (bitácora).

Paso 7. La revisión. El recorrido hasta aquí propuesto, ha permitido estudiar situaciones en el plano fenomenológico-experimental y pueden servir de base para comunicar de una manera mas completa los conceptos estudiados. Las vivencias experimentales propuestas, deben propiciar la construcción de cuerpos organizados y coherentes de conocimiento, que ayuden a la construcción formal y no fragmentada de lo que se pretende estudiar posteriormente. Se integran las observaciones en la Ficha de trabajo y se concluye la actividad.

Paso 8. La transferencia a otro contextos. Se da la pauta para nuevas preguntas que se perfilen hacia posibles perspectivas como: replantear el estudio a otro nivel de complejidad, subrayar problemas derivados, contemplar las posibles aplicaciones y repercusiones negativas, aplicaciones de la energía solar en el proyecto integrador: individual, equipo o grupal.

X. PROYECTO INTEGRADOR

El proyecto integrador, al manufacturar 3 prototipos solares: un calentador solar de agua, una estufa solar y un panel fotovoltaico; cada uno de ellos, forma parte del proyecto integrador, Figura 4.

1. Un *proyecto principal* que involucra a los 47 estudiantes, en la manufactura del calentador solar de agua.
2. Un *proyecto individual*, la estufa solar con material de fácil adquisición, cada estudiante lo elabora.
3. Un *proyecto transferible*, panel fotovoltaico; que abre la posibilidad de trasladar la metodología a otro contexto, y dar continuidad a la metodológica. El siguiente tema es electromagnetismo [26].

Durante la intervención metodológica, el tiempo utilizado corresponde al 50% del total del curso de 48 horas. Esto implicó 16 sesiones de 1.5 horas cada sesión de trabajo presencial, que suman 24 horas. Cada uno de estas encuestas, se realizaron en 45 minutos y se les indicó a los estudiantes que no “contaban” para su calificación final.

Asimismo, consideramos que es necesario proporcionar un mínimo de conceptos para que los estudiantes construyan sus proyectos, tengan elementos de comunicación en sus exposiciones y consideren a la física como una disciplina importante para su desarrollo profesional, [27].

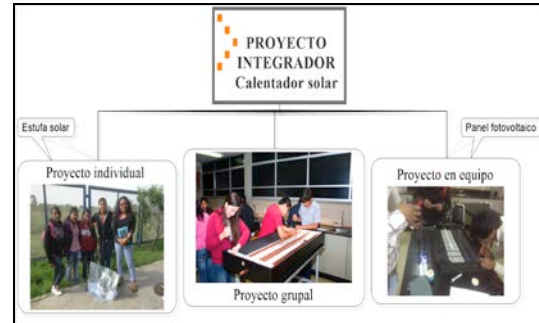


FIGURA 4. El proyecto integrador.

XI. EVALUACIÓN

Nuestra propuesta metodológica no considera a la evaluación como sinónimo de prueba, examen o control; cuya finalidad es calificar el rendimiento de los estudiantes por los “conocimientos adquiridos”. Para nuestra propuesta, la evaluación constituye una parte importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues sirve de punto de partida para una reflexión posterior que ayude a mejorar continuamente el trabajo del docente.



FIGURA 5. Evaluación durante la intervención metodológica.

Evaluación diagnóstica, los PreTest aplicados y las repuestas en los PostTest,. *Evaluación formativa*, las fichas de trabajo explorativas y su análisis con las rubricas de desempeño. *Evaluación sumativa*, las bitácoras experimentales y el trabajo en equipo durante todo el proceso. *Evaluación alternativa*, las exposiciones, la creatividad en el diseño de los prototipos y la aplicación de lo aprendido en contexto, Figura 5.

XII. GANANCIA DE HAKE

Permite medir y comparar la ganancia conceptual durante la intervención metodológica. Cabe remarcar que los estudiantes llegan a nivel Preuniversitario en la UACH, procedentes de diferentes bachillerato en varios estados de la república, y por lo tanto, heterogéneos en los niveles de conocimiento de física, Figura 6.

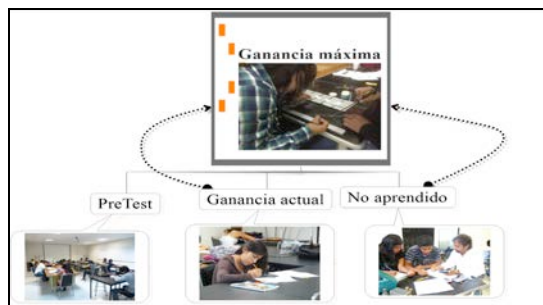


FIGURA 6. Estimación de la Ganancia Máxima (G_{max}).

$$\text{PreTest efectivo\%} = \text{PreTest} - 20\% \quad (1)$$

$$G_{corr} = \frac{(\text{PostTest\%}) - (\text{PreTest efectivo\%})}{100\% - (\text{PreTest efectivo\%})} \quad (2)$$

donde:

G_{corr} = Ganancia normalizada de Hake corregida
 PreTest efectivo% = Resultados correctos en la encuesta antes de la intervención metodológica.
 PostTest % = Resultados correctos en la encuesta después de la intervención metodológica.

La máxima ganancia posible se calcula mediante la expresión:

$$G_{max} = 100 - \text{PreTest efectivo\%} \quad (3)$$

La ganancia normalizada promedio G_{prom} ; para el grupo, se calcula determinando la ganancia para cada estudiante y evaluando el promedio:

$$G_{prom} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_i \quad (4)$$

$$G_{prom} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_i \left| \frac{\text{Post}_i - \text{Pre}_i}{100 - \text{Pre}_i} \right| \quad (5)$$

Donde n es el número de estudiantes que realizaron el PreTest y el PostTest y la sumatoria se efectuó con los n estudiantes del estudio; obteniendo un aumento real llamado: ganancia conceptual promedio para el grupo [28]. Con base en lo anterior, se obtuvieron el valor de (G_{corr}); que cuantifica la efectividad de la intervención metodológica, mostrada en las Tabla I, con base en las diferencias promedio entre el PreTest y el PosTest. La ganancia de Hake (G), tiene valores que cubren el intervalo de [0,1]. Los diferentes rangos para interpretar la ganancia de Hake con la efectividad de la intervención metodológica son los siguientes: una ganancia alta corresponde a

$G \geq 0.7$; una ganancia intermedia $0.3 \leq G < 0.7$; y una ganancia baja $G < 0.3$. Asimismo, no se compararon los resultados con un grupo tradicional, considerando que los resultados obtenidos por Hake para grupos con enseñanza tradicional (expositiva-conferencial), tienen en promedio una ganancia de **0.2**; por lo que, no fue necesario realizar una comparación del rendimiento de los estudiantes entre un método de enseñanza a otro. Sin embargo, el 20% que en promedio obtiene Hake para grupos tradicionales, fue el que se restó y lo consideramos para el PreTest efectivo = PreTest-20%. Con base en lo anterior, los datos nos permiten proyectar resultados semejantes para las otras temáticas que contiene el curso de Física de nivel Preuniversitario, que es un curso de física general. Otros contenidos que se incluyen además de *termodinámica* en el curso de física son, *mecánica* y *electromagnetismo* [29].

XIII. RESULTADOS

La Tabla I muestra los cuatro resultados obtenidos en los cuestionarios durante todo el proceso de estudio y la Ganancia Normalizada de Hake corregida (G_{corr}). Mediante la aplicación del PreTest y el PostTest, después de la intervención de la propuestas metodológica [29]. Las externalizaciones o realizaciones de aprendizaje se han evidenciado a partir de los resultados recogidos en los instrumentos aplicados a los estudiantes en los momentos antes y después de la intervención metodológica, tanto en los logros: procedimental, conceptual, actitudinal y de aplicación.

TABLA I. Resumen de encuestas y la ganancia de Hake

Tipo	PreTest (%)	PreTest efectivo (%)	PostTest (%)	G_{corr}
Exploración				
Exploración al ingreso	38.00	18.00	71.65	0.6400
Exploración experimental	36.59	16.59	59.36	0.5100
Exploración conceptual (I)	61.50	41.50	83.60	0.8100
Exploración conceptual (II)	32.98	12.98	69.57	0.6600
Promedio	42.27	22.27	71.05	0.6342

El efecto de la metodología IDEA y sus herramientas que son las hojas explorativas, mostraron un logro significativamente alto y positivo en la promoción de aprendizajes integrativos teóricos y de experimentación en los temas de temperatura, equilibrio térmico y sistema (Conceptual I) y en menor medida en la temática de transferencia de energía térmica, conducción, convección y radiación (Conceptual II). Al comparar la calificación final del curso de física, se observa un avance con respecto a la

información de los puntajes al ingreso y al egreso de la intervención metodológica IDEA, de 42.27% a 71.05%.

XIV. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de una propuesta planificada e integral; fue posible diseñar, implementar y analizar, el efecto de la metodológica IDEA, en la enseñanza de conceptos de física con prototipos de energía solar y la evaluación a lo largo de la intervención metodológica. Los resultados se compararon mediante el análisis de la información recogida, que proporcionaron las encuestas y las fichas de trabajo aplicadas, con el fin de evaluar la propuesta.

La investigación favorecer el desarrollo de un ambiente de aprendizaje colaborativo y con base en el factor de Hake, muestra una ganancia conceptual para la etapa de ingreso de 0.6400, considerada intermedia alta para el rango de Hake, mostrando un avance significativo. Para la etapa de experimentación el resultado de 0.5100, muestra un valor intermedio bajo para el rango de Hake; reflejo de que muchos de los estudiantes encuestados no tenía experiencias en el trabajo de laboratorio.

La etapa de introducción conceptual, fue la de mayor efectividad con una ganancia alta de 0.8100, favoreciendo la propuesta metodológica en el primer nivel de acercamiento conceptual; y para la parte conceptual de acentuación; la ganancia también está entre la intermedia alta de 0.6600, que requiere de un nivel de abstracción mayor y una reflexión profunda del estudio en esta última etapa.

Con base en lo anterior, se logró una ganancia conceptual promedio de 0.6342, que proporciona un avance significativo en la comprensión de los conceptos involucrados. Asimismo, el proyecto integrador en sus tres niveles (grupal, individual y equipo), enriquece el estudio de cuerpos organizados de conocimiento, teniendo en cuenta que las necesidades cotidianas, la motivación y la resolución de una situación problematizadora, son elementos fundamentales de la propuesta metodológica.

La propuesta promueve el desarrollo del pensamiento crítico y de nivel superior, al transferir dicha información en las exposiciones y evaluaciones de todo tipo: diagnóstica, formativa, sumativa y alternativa (exposiciones, creatividad y resolución de problemas cotidianos), que permiten la comunicación de los estudiantes a la comunidad universitaria y público en general.

Finalmente, los distintos modos de comunicar la información como: hojas de trabajo, textos en las bitácoras experimentales, modelos matemáticos en la resolución de ejercicios, exposiciones en eventos científicos escolares, la discusión entre pares, la reconceptualización de los problemas, la creatividad y el acercamiento a la vida cotidiana con el aprovechamiento de la energía solar. Son la base de la integración didáctica con exploración aplicada (IDEA), propuesta metodológica alternativa para apoyar a los estudiantes en el estudio de la Física.

REFERENCIAS

- [1] Hardin, L. E., *Problem solving concepts and Theories*. Mississippi Tate University, Journal of Veterinary Medical Education **30**, 227-230 (2013).
- [2] Méndez, D., *Influencia de la inteligencia y la metodología de enseñanza en la resolución de problemas de Física*. Perfiles Educativos **34**, 30-44 (2014).
- [3] Sokoloff D. and Thornton. R., *Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment*, The Physics Teacher **36**, 6-340 (1997).
- [4] Gros. B. *La enseñanza de estrategias de resolución de problemas mal estructurados, investigaciones y experiencias*, Universidad de Barcelona. Revista de Educación **293**, 415-433 (1990).
- [5] Segura, S., *Reflexiones en torno al concepto de energía, Implicaciones curriculares*. Enseñanza de la Ciencias **4**, 247-252 (1984).
- [6] Tipler, P. and Mosca, G., *Physics for scientists and engineers* **1**, 6th Ed., (W. H. Freeman and Company, New York, USA, 2004), pp. 635-650.
- [7] Sampieri, R., Fernandez, C. y Baptista, P., *Metodología de la Investigación*, (McGraw Hill, Ciudad de México, 2006), pp. 285-374.
- [8] Lara, G. y Santiago, A., *Detección y clasificación de los errores conceptuales en calor y temperatura*. Lat. Am. J. Phys. Educ. **4**, 399-407 (2010).
- [9] Solbes, J. y Tarín, F., *La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados*. Enseñanza de la Ciencias **22**, 185-194 (2004).
- [10] Sandino, A. y Dávalos, L., *La termodinámica como origen de la revolución industrial del siglo XVIII*. Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 652-654 (2012).
- [11] Michelin M. y Stefanel A., *Taller de Introducción a la Física Moderna*, (UAM-Iztapalapa, México, 2012), pp. 25-28.
- [12] Benitez, Y. & Mora, C., *Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería*, Rev. Cub. Fis. **27**, 175-179 (2010).
- [13] Rincón E., *Estado del Arte en investigaciones en energía solar en México*, (Fundación ICA, A.C. México, D.F., 1999).
- [14] Eggen D. y Kauchak, D., *Estrategias docentes y desarrollo de habilidades de pensamiento*, (Fondo de Cultura Económica, México, 2005), pp.189-244.
- [15] Pozo, I., *La adquisición de conocimiento científico como un proceso de cambio representacional*, Investigações em Ensino de Ciências, **7**, 245-270 (2002).
- [16] Ramírez, D. y Santana, F., *El aprendizaje basado en proyecto y el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura mediante aplicaciones en cerámica*. Innovación Educativa **14**, 65-90 (2014).
- [17] Barrera, S., *Guía didáctica de termodinámica clásica para el bachillerato*, Maestría en Docencia para la Educación Media Superior [Física], (UNAM, Ciudad de México, 2009).
- [18] McDermott, L., *Physics by Inquiry* **1**, (John Wiley & Sons, Inc., USA, 1996), pp.163-221.

- [19] Milena, S., *El equivalente mecánico del calor*. Lat. Am. J. Phys. Educ. **7**, 555-559 (2013).
- [20] Perrotta, T., Follari, B., Lambrecht, C., Dima, G., & Carol, E., *La enseñanza de la energía en el nivel medio: una estrategia didáctica. Primera parte*. Lat. Am. J. Phys. Educ. **7**, 391-398 (2013).
- [21] Blythe, T., *La enseñanza para la comprensión, guía para el docente*, (Paidós, Buenos Aires, 1999).
- [22] Quesada, R., *Cómo planear la enseñanza estratégica*, (Editorial Limusa, S.A. de C.V., Grupo Noriega Editores, México, 2005), pp. 18-69.
- [23] Perkins, D. y Blyte T., *La enseñanza para la comprensión*, Eduteca, 2006, disponible en <<http://www.eduteka.org/AnteTodoCompension.php>>.
- [24] Díaz Barriga, F. y Hernández, G., *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, (Mc Graw-Hill, México, 2004).
- [25] Hierrezuelo M. y Gonzalez, M., *Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato*. Enseñanza de la Ciencias **8**, 23-30 (1990).
- [26] Harper, E., *Tecnologías de generación de energía eléctrica*, (Limusa, México, 2009), pp. 299-349.
- [27] Shayer, M. y Adey, P., *La Ciencia de enseñar Ciencias: Desarrollo Cognoscitivo y Exigencias del Currículo*, (Narcea, Madrid, 1984).
- [28] Parisoto, F., Moreira M. y Dröse B., *Integrating didactical strategies to facilitate meaningful learning in introductory college physics*, Latin-American Journal Physics Education **8**, 4402 (2014).
- [29] Hake, R. R., *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. American Journal of Physics **64**, 64-74 (1998).
- [30] Torres, J., Rincón, E., Lentz, A. y Gonzalez, L., *Alternative energies in Physics, a proposal for exploring the teaching of Physics concepts with the solar water heater*, Energy Procedia **57C**, 975-991 (2014).