



Aplicación de un método educativo interactivo para mejorar el dominio conceptual de la Estática entre estudiantes de Ingeniería en el IPN de México

Federico Alonso Morales-García

*Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura,
Instituto Politécnico Nacional, México*

E-mail: fmoralesg@ipn.mx

(Recibido el 3 de octubre de 2015, aceptado el 21 de febrero de 2016)

Resumen

En cuanto a los estudios profesionales que se cursan para ser un ingeniero que se especializa en arquitectura, puede considerarse que los alumnos están adquiriendo una buena capacitación, si muestran evidencias de que están dando un uso conceptual correcto a la Física que le da sustento teórico a sus diseños escolares; la mencionada carrera profesional de Ingeniero Arquitecto, se imparte en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, unidad Tecamachalco (ESIAT), plantel académico que forma parte del Instituto Politécnico Nacional en México (IPN). El caso de estudio aquí presentado, se inició con las apreciaciones realizadas durante diversas revisiones de trabajos escolares de semestres intermedios en la carrera mencionada, ya que en esas evaluaciones fue notable el deficiente manejo conceptual que algunos alumnos mostraban, a pesar de haber realizado diseños estructurales de mediana envergadura. Buscando mejorar lo anterior, se planteó la aplicación de una estrategia de aprendizaje interactivo, que fue diseñada basándose en técnicas ya experimentadas, y por ello son parte de la fundamentación teórica de esta propuesta, como son: el protocolo TADIR, el aprendizaje realizando proyectos (ARP) y el aprendizaje basado en problemas (ABP), mostrándose en este trabajo los resultados de la implementación correspondiente, entre estudiantes de la referida carrera profesional.

Palabras clave: Educación Superior, Enseñanza de la Física, Investigación Educativa, Métodos de Enseñanza.

Abstract

As regards the professional studies to be followed to be an engineer specializing in Architecture, it can be considered that students are acquiring a good training if they show evidence that they are giving an correct conceptual use to physics that gives theoretical support to their school designs, the studies of Architect Engineer mentioned, is taught at the Superior Scholl of Engineering and Architecture, unit Tecamachalco (ESIAT), academic unit of the National Polytechnic Institute in Mexico (IPN). The case study presented here, began with the findings made during the review of schoolwork of intermediate semesters in the career mentioned, because in that process was remarkably poor conceptual management that some students showed, despite having made some structural designs midsize. To improve this, it was implemented a strategy of interactive learning, it was designed was basing on techniques already experienced that have similar theoretical foundations, such as: the TADIR protocol, learning projects (ARP) and based learning projects (ABP), showing in this paper the results of the corresponding implementation over students of that career's.

Keywords: College Education, Physics Education, Educative Research, Teaching Methods.

PACS: 01.40.Di, 01.40.Fk, 01.40.gb.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Cuando se consulta la literatura relacionada con los procedimientos educativos, se puede encontrar el planteamiento de que dichos procesos formativos se conforman por dos fases principales, la enseñanza y el aprendizaje.

Para analizar estas actividades, se puede considerar que tienen una estructuración similar, ya que aun tomando en cuenta sus particularidades, es posible identificar que en ambas participan primordialmente los mismos actores con intereses equivalentes: los docentes y los alumnos.

En la enseñanza, el principal conductor es el docente, pero para el aprendizaje la responsabilidad se comparte entre los docentes y los alumnos.

Asumiendo que el objetivo principal de un proceso educativo sea el lograr una buena formación académica de los alumnos, debe planificarse el trabajo escolar para alcanzar tal fin, considerando la utilización eficiente de los recursos disponibles, pero también debe haber preparación para atender algunos problemas que dificultan el avance educativo, como ejemplo de esos últimos se pueden mencionar los siguientes:

- Aplicación de conocimientos equivocados que fueron adquiridos previamente y, por lo tanto, uso deficiente del marco conceptual que es utilizado en la disciplina que está enseñando [1].
- Aplicación de soluciones aprendidas de forma memorística, sin revisión por parte de los alumnos, de la pertinencia de su uso [2].

Teniendo como objetivo la procuración de soluciones a los puntos antes mencionados, se han presentado propuestas y trabajos de investigación sobre métodos didácticos, cuyos resultados se pueden consultar en diversas publicaciones, por ejemplo:

- Planificar la enseñanza considerando las preferencias que sobre las prácticas de aprendizaje tengan los alumnos [3, 4].
- Aplicación de métodos interactivos, en los que se propicia la participación fundamental de los estudiantes, con la conveniente guía del docente para alcanzar los objetivos de los cursos, como pueden ser el ARP, el ABP [5], o el protocolo TADIR, que ha sido presentado por el Dr. Barojas de la UNAM, México [6].
- Favorecer el desarrollo de prácticas metacognitivas, mismas que han sido reportadas con buenos resultados de aprendizaje [7].

Con estos antecedentes, es posible considerar que tomando como base algunas de las propuestas arriba mencionadas, se pueden implementar métodos didácticos que busquen lograr la consolidación de los conocimientos conceptuales correctos entre los estudiantes, estableciendo como una de sus estrategias, el motivar a los alumnos para que desarrollen actividades de características metacognitivas, haciendo énfasis en la realización de los procesos reflexivos que les permitan organizar los conocimientos adquiridos.

En el presente documento se presentan los resultados de la aplicación del instrumento diseñado con las consideraciones antes comentadas, entre un grupo de alumnos que cursan un semestre intermedio de la carrera profesional de Ingeniero Arquitecto en la ESIAT, y que presenta como característica notable, que a pesar de que los grupos escolares de dicha carrera se integran por un número reducido de personas, y por lo tanto se pueda cuestionar una generalización de los resultados que se obtengan, éstos son interesantes, ya que pueden ser la guía para lograr mejores resultados en la enseñanza de los conceptos de la Física entre los estudiantes de la ingeniería mencionada.

Tiene una gran importancia éste último señalamiento, ya que la práctica adecuada de la Ingeniería, en general se considera como un apoyo fundamental para el desarrollo social [8].

Para el caso de estudio aquí presentado, al consultar en la fundamentación de esa carrera profesional, se puede encontrar que una de las habilidades que se busca inculcar a los educandos, corresponde al uso correcto de diversas aplicaciones de la ciencia Física, como es el caso de la Estática, esto específicamente se refiere al diseño estructural de inmuebles (ESIAT 2013).

Al realizar la práctica docente en la ESIAT, se han encontrado evidencias de que algunos alumnos utilizaban

un manejo deficiente de los conceptos sobre la Estática, a pesar de que presentaban para revisión, trabajos escolares de diseño estructural con una mediana complejidad.

Esto podría corresponder a lo reportado por investigadores que señalan una aplicación memorística e indiscriminada de las soluciones presentadas en los cursos [2]. Para atender este punto, se pueden establecer como guía de investigación, la siguiente consideración.

Para resolver el manejo conceptual deficiente entre el alumnado, puede planearse el desarrollo del proceso educativo correspondiente, primero considerando determinar el nivel de dominio conceptual con el que los alumnos inician el trabajo escolar, para establecer como objetivo el consolidarlo o corregirlo si fuera necesario [1].

Para conseguir lo anterior se deben aplicar estrategias semejantes a las que se usan en las técnicas del ARP, ABP y TADIR, ya que en ellas se establecen una secuencia de acciones que al ser desarrolladas, con la debida orientación del docente, pueden favorecer el que se corrija o se consolide el conocimiento conceptual requerido, complementando este método didáctico con una práctica de tendencia metacognitiva, buscando el enriquecimiento de los procesos reflexivos implícitos, para que los alumnos estén en capacidad de realizar una explicación ante su grupo de los conceptos involucrados y su relación con la temática del curso escolar, lo anterior teniendo como objetivo el mejorar su dominio conceptual [5].

Se considera que una buena exposición ante grupo, constituye una evidencia de que se está aprendiendo correctamente, además de lograr un reconocimiento que recompense el empeño realizado por el estudiante [9].

II. LOS PROCESOS EDUCATIVOS

A. Educación

Educación a las personas, es una actividad de gran importancia para cualquier sociedad, ya que puede lograrse que los individuos apoyen de la mejor manera posible al desarrollo de su comunidad [10, p.109]. Los procesos educativos se realizan en el seno de la familia y en espacios sociales; en el ámbito familiar se pueden consolidar las buenas prácticas educativas sociales, si la familia tiene una cultura educativa que fomente las prácticas responsables, ya que con esto se incrementa la posibilidad de que sus miembros adquieran una educación de calidad al participar como alumnos en alguna institución, por esto, se considera que las buenas costumbres familiares para la educación son un patrimonio de la sociedad [10].

Por otra parte, la educación dentro de un medio social debe enfocarse para lograr que lo mejor de su cultura se transmita entre las sucesivas generaciones, fomentando así la unión y la productividad social, ya que se tendría un marco ideal para ello, siendo posible suponer que de esta forma se lograría alcanzar un estado de bienestar social [11].

Al respecto, se ha señalado que la existencia de un buen ambiente de convivencia social en las escuelas, juega un

papel fundamental para el óptimo desempeño de los alumnos, por lo que las autoridades encargadas deben procurar las condiciones para ello [10].

Para la implementación de los procesos educativos, se ha señalado que deben planearse las actividades que quieran realizarse en el curso, considerando como una estrategia básica, la determinación del tipo y nivel de los conocimientos previos que tengan los alumnos sobre la materia que se estudiará [1, 12, 13].

En caso de que esas ideas no sean correctas, debe procurarse que en el trabajo escolar los estudiantes realicen ejercicios de contraste entre las ideas existentes y la nueva información, para corregir lo necesario, aunque esto pueda ser un proceso difícil, ya que es frecuente encontrar que las ideas de inicio están fuertemente arraigadas en las personas, porque probablemente les brindan cierta comodidad para comprender y manejar sus experiencias [9, 14]; una buena formación escolar obliga a cambiar esas ideas equivocadas por conocimientos correctos.

Basándose en conocimientos correctos, los nuevos aprendizajes pueden producirse mediante procesos reflexivos, que permitan a los estudiantes evaluar la congruencia de lo aprendido, así como generar aplicaciones creativas de ello, el desarrollo de esta habilidad es considerado como un objetivo principal de la educación [10].

Se puede decir entonces, que si los alumnos logran dar ejemplos de esa capacidad creativa, mostrarían la calidad de su aprendizaje, por ejemplo, mediante una explicación ante grupo de las relaciones conceptuales de los conocimientos adquiridos con los trabajos desarrollados en el curso, empleando para ello cualquier recurso que les facilite esa exposición, por ejemplo las nuevas tecnologías de la información y la comunicación [9].

Al respecto se puede mencionar la utilidad que se les ha reconocido a diversos programas de cómputo, que pueden ser empleados para corregir ideas previas equivocadas [15], o incluso el uso de la información que se encuentre disponible en el internet, con las debidas precauciones de validación.

B. Enseñanza

Para realizar un proceso de enseñanza, los participantes deben cumplir los niveles de calidad que son requeridos; por parte de la docencia, debe existir plena identificación con los principios de su labor, evitando desarrollarla con la idea de que es algo sencillo [2], planeando sus actividades para lograr que su trabajo sea trascendental para la vida de sus alumnos, fomentando que ellos realicen actividades productivas que les permitan alcanzar los objetivos del proceso, y por lo tanto un aprendizaje de calidad [16], procurando con ello que, los estudiantes adquieran las habilidades necesarias que les den independencia para adquirir conocimientos más avanzados, acostumbrándose a desarrollar procesos de análisis y reflexión [11].

Por lo anterior, la mencionada planeación docente implica el establecimiento de la técnica a desarrollar durante el curso, esto es aplicar una metodología para

enseñar [16], dada la naturaleza de los participantes en los procesos educativos, y la gran diversidad que puede encontrarse en una población, es difícil proponer un método único que garantice el éxito de la enseñanza [7], generándose también el hecho de que la relación entre un docente y un alumno, es única e irrepetible [13].

Los objetivos de los procesos de enseñanza pueden ser para desarrollar o adquirir capacidades muy variadas, pero en cualquier caso debe seguirse un método para alcanzarlos [5].

Complementario a lo anterior, se puede asumir el hecho de que la investigación científica de la educación es un campo de conocimiento muy dinámico, por lo que si se logrará aplicar en condiciones reales, todos los principios y lineamientos que la pedagogía establece, se alcanzaría un nivel de excelencia que podría denominarse como el arte de la enseñanza [11].

Se puede considerar entonces que el docente debe tener la capacidad para utilizar diferentes técnicas y actividades que encaucen su labor de enseñanza, de acuerdo a las necesidades que la amplia variedad de alumnos pueden requerirle, sin dejar de buscar constantemente las cualidades específicas que la disciplina que enseña pueda necesitar para su aplicación práctica.

De acuerdo al tipo de estrategias que se ocupen, se puede clasificar o denominar al método de enseñanza, por ejemplo, si los trabajos contemplan el uso de dinámicas que requieren una participación muy activa de los alumnos, contando con la conducción del profesor, se puede considerar que se está aplicando un método activo [16].

En el método denominado como lancasteriano, se procura que exista una reciprocidad entre el docente y los alumnos, pero principalmente se busca que los alumnos aventajados apoyen a sus compañeros, desarrollando una función de tutoría entre pares. Los métodos colectivos son empleados para trabajar con grupos numerosos de alumnos y requieren el uso de herramientas adecuadas de comunicación masiva; en el método heurístico se fomenta entre los alumnos la práctica de actividades de reflexión para mejorar su comprensión, así como actividades de investigación documental [16].

Otra forma para denominar los métodos de enseñanza, se basa en el eje principal de las actividades; si el docente conduce todas las actividades, se considera un método expositivo; si los alumnos participan preponderantemente con actividades cooperativas entre pares bajo la guía del profesor, el método es interactivo; si el aprendizaje es de manera personal, consultando material de libre consulta, el método es individual [5].

Para definir cuáles técnicas se van a integrar en el método de enseñanza, es necesario determinar las cualidades requeridas para los alumnos, qué habilidades necesitan desarrollar, qué objetivos se establecen para el curso, la forma de evaluar los avances y el tipo de relaciones que se pueden dar en el grupo [13, 16].

La técnica expositiva o clase magistral, se caracteriza por que el docente realiza la presentación de todos los temas, siendo recomendable la utilización de técnicas de oratoria, para mantener el interés de los alumnos [16], y su

principal fundamento se da con la consideración de que el aprendizaje se puede lograr de forma receptiva [2].

Pero se ha señalado que para que sea efectiva, los alumnos deben poseer adecuados conocimientos previos, mantener un interés constante en el desarrollo de la clase, elaborar apuntes detallados y resúmenes que permitan consolidar el conocimiento. Esta técnica sigue utilizándose por su aparente facilidad de uso, pero si no es bien aplicada, limita el avance independiente de los alumnos [5].

La técnica de enseñar ARP se fundamenta en la consideración de que los estudiantes deben establecer un amplio dominio teórico con el objeto en estudio, para poder desarrollar un proyecto escolar correcto, y para favorecer esa cercanía, el docente debe conducir adecuadamente la planeación del proyecto, y los alumnos se pueden organizar en equipos de trabajo [5].

Por otra parte, se ha propuesto una técnica semejante a la anterior, la ABP, enfocada en lograr el aprendizaje basándose en el proceso ideal que debe realizarse para la resolución de problemas, este planteamiento procura evitar que los alumnos aprendan en forma memorística, ya que se les incentiva a realizar un proceso de abstracción que les permita adquirir el conocimiento [2], siendo recomendable la organización de equipos de alumnos, para que puedan intercambiar opiniones durante la definición de la secuencia de solución para el problema planteado en el curso [11].

La temática del trabajo deberá ser acorde con la materia en curso y la solución que se establezca debe ser producto de un trabajo analítico realizado en equipo [5].

El protocolo TADIR es una técnica didáctica propuesta por Barojas, que tiene como objetivo la consolidación de los conocimientos entre los estudiantes, basándose en los procesos de racionalización que deben realizarse para la solución de un problema, ya que primero debe plantearse el problema en un lenguaje cotidiano, para posteriormente llevarlo a un formato técnico, y ya con ello, establecer un modelo formal, que podrá ser resuelto por los alumnos, si abordan el proceso mencionado de forma correcta.

Esta técnica se denomina con la sigla que se deriva del nombre de cada uno de los cinco pasos que se proponen para resolver un problema de tipo científico: Traducción, Análisis, Diseño, Implementación y Revisión [6].

Las prácticas metacognitivas se fundamentan en la consideración de que los estudiantes pueden administrar los procedimientos de aprendizaje que ellos aborden, ya que para ello, deben estar conscientes de su nivel de conocimientos, y por lo tanto pueden definir qué acciones asumirán para mejorar su rendimiento [11].

El análisis de la educación en temas de tipo científico sirvió de base para impulsar la propuesta de que los alumnos deben realizar procesos de reflexión para lograr los razonamientos lógicos que son comunes en la ciencia [7], el planteamiento teórico para la práctica metacognitiva considera que en las personas se sucede una planificación, un control y una evaluación de las tareas cognitivas que realizan en la construcción activa de su conocimiento, siguiendo la guía del docente [7].

Para la aplicación de una estrategia metacognitiva se debe establecer un mecanismo de regulación, que permita

explicar la temática de estudio, pudiendo incluso mostrar otras opciones cuando la estrategia original no sea adecuada [11].

La aplicación del prefijo “meta”, se hizo con la intención de señalar que, en la práctica metacognitiva el alumno busca avanzar más allá del límite que una cognición normal le pueda permitir, comprendiendo para ello su manera personal de aprender [7], siendo considerado lo anterior como la mayor utilidad de esta técnica, además la eficiencia dependerá del compromiso personal, en otras técnicas la evaluación se hace posterior al aprendizaje y lo controla el docente; como puede apreciarse esta propuesta establece acciones muy diferentes a las de una práctica escolar típica [11].

C. Aprendizaje

Hay diversas posiciones teóricas que buscan definir el concepto del aprendizaje, por ejemplo: Alonso, Gallego y Honey [3], proponen tres lineamientos de análisis, primero considerar que el aprendizaje es el cambio producto de la práctica, segundo, que es la secuencia de pasos que llevan al cambio conductual, y tercero, son los cambios motivados por la interacción entre un individuo y el objeto de estudio.

Y complementan su análisis indicando que un proceso educativo, para ser considerado como didáctico, debe cumplir con tres condiciones: adquisición de conocimiento obligatoria, modificación de comportamiento y mejora personal por la experiencia [3], por lo anterior, estos autores proponen la definición del aprendizaje como una actividad secuencial que lleva a la adquisición personal de una disposición, casi permanente, para modificar la conducta personal en base a la experiencia; al consultar otros textos se percibe que esta definición en lo general ha permanecido en forma consistente a lo largo del tiempo [17].

En otro texto, que se apoyó en el trabajo de Gagné, se define al aprendizaje como la capacidad de un individuo para cambiar su conducta para adaptarse al medio que lo circunda, definiendo 5 tipos de capacidades aprendidas, en forma consecutiva: enunciación verbal coherente, manejo intelectual de símbolos, capacidad para administrar su propio proceso de aprendizaje, adquisición de actitudes y valores, y finalmente, mostrar las mejoras en los movimientos corporales y las capacidades aprendidas [18].

En un estudio del aprendizaje y su relación con la fisiología humana, se plantean cuatro características para ese proceso: la primera, mostrar un cambio de conducta; siendo la segunda, cambios fundados en la experiencia; la tercera será la adquisición de información ambiental; y la cuarta, cualquier aprendizaje modifica la función o estructura del cerebro, requiriendo para ello que el individuo tenga plasticidad cerebral [19].

Como puede apreciarse, con esta última característica, se complementan las definiciones de aprendizaje anteriormente mencionadas, ya que se incorpora a la idea del cambio relativamente duradero en la conducta debido a la experiencia, el concepto de las modificaciones que suceden en el ámbito fisiológico del organismo.

D. Corrientes teóricas del aprendizaje

Para buscar entender y explicar los complejos mecanismos que existen para que se dé un proceso de aprendizaje en un ser humano, se han realizado un gran número de investigaciones educativas, y al agrupar dichos trabajos, se han conformado las llamadas corrientes teóricas del aprendizaje, de éstas las más mencionadas son: la corriente conductista y la corriente constructivista o cognitiva.

Las propuestas teóricas que se agrupan en la corriente conductista, se fundamentan en la consideración de que puede identificarse la relación entre un estímulo del medio y la respuesta que da un organismo, lo cual, al ser fortalecido, produce el aprendizaje [3].

Se ha señalado que el inicio de esta corriente se dio en los primeros años del siglo XX, con los trabajos del psicólogo John B. Watson (1878-1958), quien consideraba que el propósito de la psicología debía ser estudiar la conducta observable, ya que puede medirse objetivamente la relación entre las condiciones del medio y la reacción generada por el organismo para asimilarlas [14].

Burrhus Frederic Skinner es reconocido como otro de los principales teóricos de esta corriente, ya que en sus trabajos más referidos mostró los resultados que obtuvo al estudiar la importancia que tiene un suceso grato para provocar que se mantenga la conducta aprendida por un organismo, esto es, la relación entre un premio o recompensa y el correspondiente refuerzo, ya que a partir de esto, se puede considerar que cualquier acción que produzca satisfacción al organismo tenderá a ser repetida y tomada en cuenta [3].

Por otra parte, la corriente constructivista agrupa las teorías que consideran que el aprendizaje se da en el interior de los individuos, de una manera progresiva y constante, como resultado de la acción personal, que se apoya en los conocimientos previos para integrar los nuevos [14].

La teoría del aprendizaje que se basa en la línea psicológica conocida como de la Gestalt, ha sido considerada como una de las primeras propuestas que permitieron constituir la corriente constructivista. En dicha teoría de la Gestalt, se considera que los individuos construyen su conocimiento, cuando establecen patrones mentales, a partir de la percepción de diversos elementos, que incluso, pueden estar desconectados, pero que, al ser registrados por la mente, conforman registros significativos y organizados [3].

El investigador Jean Piaget es uno de los teóricos más influyente en la corriente constructivista, estudió la maduración de la inteligencia en los seres humanos, desde los primeros años de vida hasta la adolescencia, para entender con ello el intelecto que se tenga en la edad adulta.

Consideraba que la evolución del desarrollo mental es similar al proceso del crecimiento corporal, y que dicho desarrollo se da mediante una construcción continua y permanente, en la que, al irse incorporando nuevos elementos, se va adquiriendo mayor solidez y equilibrio.

Piaget estableció que debía reconocerse el hecho de que conforme el individuo va madurando, algunas de sus

estructuras mentales establecidas, pueden actualizarse, convirtiéndose entonces en activadoras del avance psíquico, facilitando con el correspondiente ajuste, la incorporación de los elementos que contribuirán para que el individuo alcance los nuevos niveles mentales con la mencionada solidez y equilibrio.

Basándose en sus estudios, el propuso la existencia de 6 diferentes períodos de desarrollo mental que suceden, desde la primera infancia hasta la adolescencia, en cada periodo se pueden identificar las estructuras originales de los estados anteriores [20].

Las teorías básicas de la corriente constructivista han fundamentado el diseño de diversos métodos de aprendizaje, en algunos puede considerarse que los alumnos deben desarrollar un papel muy activo controlando el uso de las aplicaciones didácticas, y en otras propuestas, se asume que los procesos de adquisición son muy laboriosos y de larga duración [14].

Por ejemplo, el método de aprendizaje significativo, considera que puede adquirirse una gran cantidad de conocimientos de alta calidad, y con ello lograr la construcción de estructuras cognitivas, que relacionan de una manera sustancial, los conocimientos previos de los alumnos con la nueva información que se esté procesando; para ello debe evaluarse el nivel y calidad de las ideas preliminares, para que al contrastar con las nuevas que se adquieran, pueda reorganizarse la estructura personal de conocimientos, esto se facilita si el nuevo conocimiento tiene una presentación lógica y trascendental para los alumnos [13].

Complementariamente, se recomienda que para mejorar la posibilidad de lograr un aprendizaje en general, se debe tener una gran concentración en las tareas que se desarrollen, ya que si se tienen distracciones por diversas causas, personales o ambientales, se desvía el enfoque que es necesario para que se comprenda a fondo las características y condiciones del tema en estudio, el objeto de aprendizaje debe ser la actividad principal, y cualquier otro asunto debe tener una atención secundaria, se recomienda lograr un aislamiento personal, para discernir lo importante de lo irrelevante del material en estudio. En el caso de cuestiones personales, si se tienen preocupaciones profundas no será posible lograr el ambiente necesario para el proceso de aprendizaje [21].

Se ha considerado que los individuos asumen prácticas muy personales para abordar los procesos de aprendizaje, por lo que se han desarrollado propuestas teóricas que buscan elevar la calidad de los resultados educativos tomando en cuenta esos estilos personales para aprender [3], y aunque se reportan limitaciones a estas teorías, en lo general se recomienda su uso [4]. Muy relacionado con lo anterior, cabría mencionar que también se han hecho estudios que buscan sustentar la idea de que también se deben diversificar los métodos que se utilizan para abordar la enseñanza [5].

Finalmente, retomando la idea de que el objetivo principal de un proceso educativo es lograr que los alumnos adquieran un conocimiento correcto, ello debe medirse para determinar si el trabajo fue productivo; una buena forma

para definir la calidad de los resultados obtenidos, es evaluar los cambios logrados entre el alumnado. Se debe realizar un proceso de diagnóstico para identificar las condiciones iniciales del conocimiento, y posteriormente las que se presentan al final del curso, para contrastar ambos estados y definir los logros, las evaluaciones deben considerar mediciones cuantitativas y cualitativas, aplicando instrumentos objetivos que no distorsionen la evaluación [7].

Hay diferentes instrumentos de evaluación que miden los parámetros del aprovechamiento escolar, dentro de los materiales evaluativos disponibles se pueden considerar: las entrevistas, procesos de observación, encuestas y las llamadas pruebas o exámenes por escrito. Las herramientas mencionadas se pueden configurar de varias maneras, en el caso de los exámenes se pueden elaborar, entre otras posibilidades, con base en reactivos con opciones múltiples de respuesta, preguntas de respuesta abierta, o preguntas de respuesta restringida.

Las preguntas de respuesta restringida se consideran, si están bien elaboradas, que miden de forma objetiva aprendizajes tanto simples como complejos, ya que, aunque regulan los requisitos y el formato de la respuesta, también dan posibilidades a los alumnos para que desarrollen lo que consideren necesario dentro de los límites y organización establecida, evitando que generen una infinidad de respuestas que disminuirían la objetividad de la evaluación [22].

III. METODOLOGÍA

De acuerdo con la guía de investigación que se mencionó previamente, y conforme a la bibliografía consultada, se diseñó el trabajo de indagación que fue aplicado para alcanzar los objetivos considerados en la referida conjetura inicial; en primer término se puede establecer que la investigación se clasifica como de tipo cuantitativa [23], ya que se procuró presentar en forma clara la definición del planteamiento, así como estructurar el trabajo de acuerdo con el marco teórico, el cual también se elaboró para que se pudieran contrastar los resultados y se tendiera a lograr una interpretación adecuada, y con todo ello se buscó desarrollar una prueba objetiva de la referida hipótesis de trabajo.

Adicionalmente, es posible complementar la definición de la investigación realizada como de tipo cuantitativa para muestras relacionadas [24], toda vez que con la intención de evaluar la posible relación entre una mejoría en el conocimiento conceptual de la Estática y la aplicación de la técnica didáctica propuesta en este trabajo, se realizó la comparación entre los resultados obtenidos en las dos evaluaciones que se aplicaron, una al inicio y otra al término del trabajo, para medir el nivel de conocimiento que tenían en esos momentos los alumnos que participaban en este estudio.

El diseño del instrumento de investigación se basó en las técnicas anteriormente mencionadas del ARP, ABP y TADIR, ya que dichos métodos tienen un desarrollo

semejante, por qué en las tres, se le da seguimiento a una serie de pasos definidos para que se desarrolle un proyecto o se resuelva un problema, con lo que se busca que el alumno no realice un aprendizaje basado exclusivamente en la memorización de soluciones, ya que deben comprender la relación entre los conceptos teóricos y el desarrollo de las soluciones practicadas.

En el caso de estudio aquí presentado, se complementa la aplicación básica derivada de esas técnicas, solicitando a los alumnos que al finalizar su proyecto, presenten una explicación ante otros compañeros, de los conceptos de la Estática involucrados en su trabajo, para demostrar el nivel de conocimiento conceptual alcanzado; incentivándolos para que realicen procesos reflexivos, con la finalidad de que se consolide el aprendizaje conceptual, ya que se considera, que solo cuando se logra un entendimiento completo, puede presentarse una explicación de una forma adecuada.

La mencionada secuencia de evaluación-método de aprendizaje-evaluación, implicó establecer un control sobre las variables que se pretenden estudiar, por lo anterior, también se tiene en este estudio un enfoque de tipo experimental [23].

Finalmente, el trabajo se realizó a lo largo de un periodo de tiempo, que abarcó desde el planteamiento, al inicio del curso, de la temática del proyecto estructural a desarrollar, hasta la conclusión del mismo, por ello se puede considerar que fue un estudio de tipo longitudinal [24], y adicionalmente al realizar dos evaluaciones para contraste, también se definieron puntos transversales de estudio en la investigación.

IV. ANALISIS Y RESULTADOS

El método aplicado se fundamenta en los principios básicos de las técnicas denominadas como ABP, el protocolo TADIR y el ARP, complementando con un ejercicio de características metacognitivas, que se avocó en la preparación de una presentación multimedia ante grupo, con lo que debe mejorar el manejo conceptual de los estudiantes que participaron.

La programación del trabajo, se conformó por tres etapas de diferente duración. La primera consistió en la aplicación de una evaluación para determinar con qué nivel de conocimientos previos los alumnos iniciarían su trabajo semestral.

Para la segunda parte, se desarrolla la actividad escolar de la temática correspondiente al programa de la materia que se cursa, en este caso, se condujo a los alumnos para que resolvieran problemas de diseño estructural de mampostería, realizando los ejercicios con una secuencia que implicara entender el planteamiento, desglosar los componentes, diseñar y aplicar la solución requerida, revisando la solución para corregir si fuera necesario.

En esta fase debe mantenerse un constante proceso reflexivo sobre la relación de los conceptos básicos de la física que se ocupan en el diseño que están aprendiendo.

Para la tercera parte, se realiza la presentación conceptual ante grupo y se aplica una segunda evaluación conceptual.

Esta técnica se aplicó en un grupo de tercer semestre de la carrera profesional para Ingeniero Arquitecto, en la ESIAT. El grupo contaba con 28 alumnos inscritos, de ellos, solo 25 alumnos presentaron la primera evaluación, la exposición solo fue hecha por 16 alumnos, y la segunda evaluación la realizaron 26 alumnos.

La diferencia entre los números anteriores se dio por motivos de asistencia o incluso deserción, finalmente y para efectos de análisis de este trabajo, solo se consideraron los resultados de los 23 alumnos que presentaron las dos evaluaciones.

De la selección de 23 alumnos, se pueden señalar los siguientes elementos descriptivos: Las edades van desde un mínimo de 18 años hasta un máximo de 24, estableciéndose un rango de 6 años, la edad que más se presenta es de 19 años, con 16 casos, que representan un 69.6% del grupo, teniendo un promedio de 19.26 años. Cabe señalar que estos datos pueden considerarse como típicos para el semestre que estaban estudiando. En cuanto al género, el grupo se constituyó por 16 hombres que representan el 69.6% y 7 mujeres que fueron el 30.4% restante.

Buscando objetividad el análisis de los resultados obtenidos se desarrolla en dos bloques, en el primero se comparan los datos de las dos evaluaciones conceptuales que se aplicaron, y para acotar debidamente los indicios que surgieron, en el segundo bloque se comparan las calificaciones que mantenían los alumnos en materias previas relacionadas, con la calificación que obtuvieron en el curso que se trabajó.

En el primer bloque de análisis, se puede referir que, al inicio del esquema de trabajo, se aplicó una evaluación para determinar el nivel de conocimiento que mantenían sobre los conceptos de: Fuerza, Momento, Esfuerzo y esfuerzo cortante.

Al evaluarse los resultados de esta prueba, en porcentaje de dominio conceptual, se encontró un valor mínimo de 0% y un máximo de 45%, quedando el rango en 45%. El promedio se estableció en 22.61% y la mediana en 25%, la moda fue un 15% con 7 casos. Este porcentaje de conocimiento conceptual fue muy bajo, prácticamente ninguno alcanzaría un porcentaje de dominio aprobatorio.

En la parte final de la aplicación del método, se aplicó una nueva evaluación del manejo conceptual que los alumnos tenían en ese momento, se encontró los siguientes datos: un porcentaje mínimo de 0% y un máximo de 85%, estableciéndose el rango en 85 puntos porcentuales, el promedio se dio en un 45.87%, la mediana quedo en 50%, la moda fue el 0% con 4 casos.

A primera vista si se compara con la primera evaluación se aprecia un incremento significativo en casi todos los indicadores. Con relación a los casos de 0%, se puede explicar porque la evaluación conceptual formó parte de un examen de conocimientos de la materia escolar, y pudo suceder que los alumnos no tuvieron tiempo para contestar adecuadamente sobre los conceptos.

Los notables cambios pueden ser un primer indicio de que el método rinde buenos efectos, pero para sustentar esta

apreciación se procede a revisar los resultados aplicando una herramienta estadística, utilizando una versión demo del programa de cómputo SPSS, que está registrado comercialmente, tomando en cuenta las características de las mediciones efectuadas.

Se efectuaron pruebas de normalidad para ambas mediciones, ocupando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, para la primera medición se obtuvieron valores de 0.148 y 0.175 respectivamente, lo que permite asumir la hipótesis de que la medición tiene un comportamiento tendiente a la normalidad, en el caso de la segunda medición se obtienen valores de 0.200 y 0.048 para cada prueba mencionada.

En el caso del segundo valor que corresponde a la prueba de Shapiro-Wilk, se obtuvo menos de 0.05, por lo que se debe rechazar la hipótesis de que esta medición tiende a la normalidad.

Por lo anterior, se considera que se debe aplicar una prueba no paramétrica para dos muestras relacionadas, en este caso corresponderá a la prueba de Wilcoxon [24].

Al aplicar esta prueba en ambas mediciones se obtiene un valor de 0.003 que es inferior a 0.05, y por ello se rechaza la hipótesis nula que se establece para esta prueba: las medianas de las diferencias entre ambas mediciones son igual a cero.

Por esto se puede pensar que, el cambio observado entre ambas mediciones no se debe al azar, robusteciendo la consideración de que el método didáctico propuesto si da buenos resultados.

Como segundo bloque de análisis, y para acotar debidamente el entorno de los resultados obtenidos, se procede a comparar los datos obtenidos entre el promedio de las calificaciones que los alumnos mantenían con relación a las materias previas, y la calificación que obtuvieron en el curso que se estuvo trabajando.

De acuerdo a información que los alumnos proporcionaron, la calificación promediada que obtuvieron en los dos semestres anteriores en las materias relacionadas con el cálculo estructural, mostraba que había un mínimo de 1 hasta un máximo de 8, por lo que el rango quedó en 7 unidades; un 39.1%, tenía una calificación de 5 puntos o menos, lo cual es insuficiente para aprobar, la calificación más frecuente fue de 6 puntos, con 9 casos.

El promedio de las calificaciones fue de 5.5217; estos valores pueden considerarse también como típicos en estas materias.

En el caso del curso trabajado para esta indagación, los alumnos obtuvieron la siguiente descripción de calificaciones: dentro de este grupo se presentó un mínimo de 4 y un máximo de 7, quedando el rango en 3 unidades, la mayoría obtuvo una calificación de 7, representando un 52.2%, y los que obtuvieron calificación menor a 6, fueron 7, que son un 30.4%; y el promedio se ubicó en 6.1304.

Para comparar el promedio previo con la calificación del curso, se sometieron ambas mediciones a pruebas de normalidad, una vez más, las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, en el caso del promedio se obtuvo una significancia de 0.003 y 0.041, respectivamente. Y en el caso del curso realizado, 0 en ambas, por lo anterior, se

puede considerar que ambas tienen tendencia a la normalidad, por lo que puede aplicarse una prueba de tipo paramétrico, pero como en el primer bloque se utilizó una prueba no paramétrica, para efectos de mantener un mismo criterio, se vuelve a utilizar la prueba de Wilcoxon, y se obtuvo un valor de significancia de 0.047, con el que se debe rechazar la hipótesis nula de que no existen diferencias entre las medianas, esto es que el cambio observado no se debe al azar.

V. CONCLUSIONES

Si se comparan los resultados entre los promedios de calificaciones previas y la del curso, se puede apreciar que se da un incremento, desde 5.5217 hasta 6.1304, lo que representa un avance, ya que se alcanzan valores mínimos para aprobar, pero este incremento no es tan sustancial como el cambio encontrado entre un 22.61% de conocimiento conceptual al inicio y el 45.87% encontrado al final del trabajo escolar. Y es por esto que se puede concluir que el avance de conocimiento conceptual puede significar un apoyo para que los alumnos mejoren también en su desempeño escolar.

Pero a manera precautoria, también se puede indicar que, aunque los alumnos mejoren en su dominio conceptual, algunos aún no logran relacionar debidamente este aspecto con su trabajo escolar, lo que indicaría que los avances logrados podrían ser resultado de una mecanización del trabajo escolar, ya que si se ligara adecuadamente, los conocimientos deberían elevarse aún más, este punto podría ser tema de subsecuentes exploraciones.

REFERENCIAS

- [1] Mora, C., Herrera, D., *Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza*, Latin American Journal of Physics Education **3**, 72-86 (2009).
- [2] Gil, D., De Guzmán, M., *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática-Tendencias e innovaciones*, (Popular, Madrid, 1993).
- [3] Alonso, C., Domingo, G., Honey, P., *Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*, 5a. Ed. (Ediciones Mensajero, Bilbao, 2002).
- [4] Ramírez, M., *Aplicación del sistema 4MAT en la Enseñanza de la Física a Nivel Universitario*, Revista Mexicana de Física E **56**, 29-40 (2010).
- [5] Badia, A., *Aprender autonomamente. Estrategias didácticas*, (Laboratorio Educativo, Barcelona, 2005).

- [6] Barojas, J., *Problem solving and writing I: The point of view of physics*, Latin American Journal of Physics Education **1**, 4-12 (2007).
- [7] Soto, C., *Metacognición-cambio conceptual y Enseñanza de las Ciencias*, (Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá, 2002).
- [8] Barrera, J., *Estrategia pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en la disciplina Física de Ciencias Técnicas*, Tesis doctoral, (Universidad de La Habana, La Habana, 2003). Recuperado de: <http://www.bibliociencias.cu/gsdll/collect/tesis/index/assoc/HASH0122/52e9abe4.dir/doc.pdf>. Consultado: 10 de septiembre de 2013).
- [9] Vadillo, G., *De maestro a tutor académico. Cuarenta semanas de clases innovadoras y efectivas*, (Paidós Mexicana, México, 2007).
- [10] Tirado, F., Covarrubias, P., Quesada, R. & Díaz-Barriga, F., *Psicología educativa. Para afrontar los desafíos del siglo XXI*, (Mc Graw Hill, México, 2010).
- [11] Flores, R., *Evaluación pedagógica y cognición*, (Mc Graw Hill, Bogotá, 1999).
- [12] Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H., *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*, 2ª Ed. (Trillas, México, 2009).
- [13] Díaz Barriga, F, y Hernández, G. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2a. Ed. (McGraw-Hill Interamericana, México, 2002).
- [14] Amigues, R. & Zerbato-Poudou, M., *Las prácticas escolares de aprendizaje y evaluación*, (Fondo de Cultura Económica, México, 1999).
- [15] Buzzo, R., *Estrategia EE (Euler-Excel) en la Enseñanza de la Física*, Latin American Journal of Physics Education **1**, 19-23 (2007).
- [16] García, E. & Rodríguez, H., *El maestro y los métodos de enseñanza*, (Trillas, México, 1987).
- [17] Tarpy, R., *Principios básicos del aprendizaje*, (Debate, Madrid, 1977).
- [18] Ogalde, I. & Bardavid, E., *Los materiales didácticos. Medios y recursos de apoyo a la docencia*, (Trillas, México, 1991).
- [19] Mendoza, M., *Aprendizaje*, (Trillas, México, 2009).
- [20] Piaget, J., *Seis estudios de psicología*, (Planeta Mexicana, México, 1992).
- [21] Ravenette, T., *El constructivismo en la psicología educativa*, (Desclée De Brouwer, Barcelona, 2002).
- [22] Carreño, F., *Instrumentos de medición del rendimiento escolar*, (Trillas, México, 1986).
- [23] Hernández R., Collado, C., Baptista M., *Metodología de la investigación*, 5a. Ed. (Mc Graw Hill Interamericana, México, 2010).
- [24] Pick, S. & López, A., *Cómo investigar en ciencias sociales*, 4a. Ed. (Trillas, México, 1990).