



Una propuesta de trabajo colaborativo para mejorar las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias físicas en alumnos de nivel medio superior

Picos Lee, Alba Margarita y De la Garza González, Ricardo Lorenzo

ARTICLE INFO

Received: August 31, 2017
Accepted: October 3, 2017
Available on-line: November 2, 2017

Keywords: Trabajo colaborativo, ciencias físicas, actitudes hacia el aprendizaje

E-mail addresses:
albapicos@yahoo.com.mx
ricardo.delagarza@itesm.mx

ISSN 2007-9842

© 2017 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

This project exposes the methods, results and critical appraisal of the application of a didactic model based on collaborative learning strategies. The purpose is to stimulate favorable disposition of high school students towards scientific school learning. The methodology in which this project was developed is known as Educational Innovation Based on Evidence (IEBE). The goals are to increment the scientific reasoning in the educational praxis, and to develop educational innovations feasible to be applied in specific contexts. The application of this model specifically aims to favor the cognition process of the students that allow them to achieve a significant learning, through the creation of an educational environment. The results show that this type of environments contributes positively to a better disposition of the young towards the study of the physical sciences, that form a fundamental part of upper secondary education programs.

Este proyecto expone los métodos, resultados obtenidos y valoración crítica de la aplicación de un modelo didáctico fundamentado en estrategias de aprendizaje colaborativo, cuyo propósito es estimular la disposición favorable de los alumnos de bachillerato hacia el aprendizaje científico escolar. La metodología con la que se desarrolló este proyecto es conocida como Innovación Educativa Basada en Evidencia (IEBE), la cual propone dar a la praxis educativa un corte más racional y científico, en aras de desarrollar innovaciones educativas factibles de aplicar en contextos específicos. La aplicación de este modelo específicamente pretende favorecer los procesos de cognición de los estudiantes que les permitan lograr un aprendizaje significativo, a través de la creación de un entorno educativo que contribuya positivamente a una mejor disposición de los jóvenes hacia el estudio de las ciencias físicas que

forman parte fundamental de los programas educativos de nivel medio superior.

I. INTRODUCCIÓN

Para la enseñanza de las ciencias es esencial que el estudiante tenga la posibilidad de explicar un fenómeno natural en términos de conceptos científicos abstractos; por ejemplo, el calor en términos de cambio en la transferencia de energía térmica y los fenómenos electromagnéticos en términos de interacción entre campos de la misma naturaleza, (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, 2007; Programa Operativo del Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Autónoma de México, 1996, Dirección General de Bachillerato, 2005). Sin embargo, en la práctica cotidiana del aula por lo general sucede que el profesor de ciencias físicas presenta las ideas científicas al estudiante en forma de definiciones teóricas, apoyándose en recursos tales como el pizarrón convencional y traduciendo dichos conceptos a modelos matemáticos descontextualizados de la realidad que vive el alumno. Así entonces, el análisis del fenómeno natural se reduce a consideraciones teóricas y solución de problemas sin sentido para el estudiante.

Como consecuencia de este reduccionismo del proceso de enseñanza-aprendizaje, se genera en los estudiantes una predisposición negativa hacia el estudio de los fenómenos naturales desde una perspectiva científica, ya que éstos les resultan tediosos, desvinculados de su realidad y sin la mínima posibilidad de intervención en ellos. Este afán de sobre simplificación del fenómeno físico desarrolla una perspectiva errónea acerca de la naturaleza del razonamiento científico y el efecto subsecuente es una imagen distorsionada del estudio científico a nivel escolar que resulta difícil superar para los estudiantes, restringiendo de esa forma la posibilidad de un aprendizaje significativo en este campo del conocimiento (Erol y Tanel, 2008).

La aplicación del modelo innovador, fundamentado en estrategias de aprendizaje colaborativo y complementado con el manejo de simuladores virtuales, tuvo la finalidad de estimular una disposición más favorable del estudiante al aprendizaje de las ciencias físicas, evidenciado a través de una mejor disposición al aprendizaje en equipo, un mayor interés y compromiso hacia la asignatura y, adicionalmente, un acercamiento conceptual más efectivo hacia el fenómeno físico bajo estudio.

Este documento expone el proceso desarrollado para el diseño, aplicación y valoración crítica del modelo propuesto, mismo que se describe en cada apartado. Primeramente se mencionan los datos generales del proyecto. A continuación se establece su delimitación, donde se establecen las preguntas y objetivos de investigación, se describe el contexto, se expone la revisión de literatura, así como las competencias y objetivos a alcanzar. En seguida se establece la relación de causalidad entre las variables de investigación. En el tercer apartado, se explica la metodología a seguir, lo que incluye el diseño de intervención, características de la muestra, así como los materiales, métodos y técnicas de análisis de datos que fueron empleados para la valoración crítica. Posteriormente, se exponen los resultados y su correspondiente evaluación y, finalmente, se enlistan conclusiones, propuestas para la mejora del modelo y posibles líneas de trabajo para nuevas investigaciones.

II. Delimitación de la naturaleza del proyecto

II.1 Contexto

El modelo innovador fue evaluado en cuatro instituciones educativas de nivel medio superior en diferentes entidades de la República Mexicana (Tabasco, Tamaulipas y Nuevo León). A continuación se describe un contexto general de las instituciones participantes:

- *Colegio Félix de Jesús Rougier, Campus Tampico (Félix)*. Institución privada de corte religioso que cuenta con una matrícula de 120 alumnos exclusivamente a nivel preparatoria. El plan de estudios está incorporado al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la Universidad Autónoma de México (UNAM). La temática que se abordó fueron las interacciones electromagnéticas (Anexo 1). La intervención fue aplicada en un solo grupo mixto de 21 estudiantes de Física de cuarto semestre entre 16 a 17 años de edad. Su nivel socioeconómico es medio-alto.
- *ITESM Campus Santa Catarina (CSC)*. Localizado en el Estado de Nuevo León, municipio de Santa Catarina. Institución privada que cuenta con 1,000 alumnos. La temática que se abordó fue las interacciones electromagnéticas (Anexo 1). El grupo de estudiantes en el que se aplicó el modelo fue un grupo mixto de 11 estudiantes de bachillerato internacional de sexto semestre de 17 a 19 años de edad. El nivel socioeconómico de los alumnos es alto.
- *Colegio de Bachilleres de Tabasco, plantel No. 2. en Villahermosa, Tabasco*. Cuenta con un total de 1560 alumnos, turno mixto. Los participantes en los que se aplicó el objeto de innovación fue un grupo mixto de 30 alumnos de Física de cuarto semestre del turno matutino entre de 16 a 18 años. El nivel socioeconómico que predomina es bajo. El programa analítico de la materia fue elaborado por la Dirección General de Bachillerato (DGB) de la Secretaría de Educación Pública (SEP). La temática abordada fueron los fenómenos termodinámicos.
- *Colegio de Bachilleres de Tabasco, plantel No. 3, localizado en la cabecera municipal de Comalcalco, Tabasco*. Cuenta con un total de 1900 alumnos, turno mixto. Los participantes con los que se aplicó el objeto de innovación fueron un grupo mixto de 30 alumnos de Física de cuarto semestre con una edad promedio de 17 años. El nivel socioeconómico predominante es medio bajo. El programa analítico de la materia también fue elaborado por la DGB. La temática abordada fueron los fenómenos termodinámicos

Aun cuando se presentaron diferencias en el contexto educativo en el que se aplicó la innovación propuesta -geográficas, socioeconómicas y curriculares-, también fueron evidentes aspectos comunes de interés dentro del grupo de 93 estudiantes participantes, no solo de tipo cronológico y por el nivel de estudios, sino por factores tales como; alto índice de distracción y dificultad de concentración dentro del aula, reacción negativa hacia la autoridad, pertenencia a la generación digital y alto nivel de estímulo del medio ambiente al disponer de acceso a mucha información.

La pregunta rectora de la presente investigación fue: *¿Qué impacto tendrá la implementación de estrategias de trabajo colaborativo en la actitud de un grupo estudiantes hacia el estudio de los fenómenos físicos?*

II.2 Revisión de literatura

Se asume que las actitudes son predisposiciones estables a valorar y a actuar de determinada forma (Gargallo, Pérez, Ros, Sánchez y Serra, 2007). Así entonces, aunque se acepta que las variables que condicionan el aprendizaje escolar son muy numerosas y constituyen una intrincada red en la que resulta harto complejo ponderar la influencia específica de cada una, puede tomarse como punto de partida que las actitudes que mantienen los estudiantes hacia el aprendizaje son una de las variables fundamentales que influye en los resultados escolares, mismos que se derivan de un aprendizaje previo (Akey, 2006).

La literatura científica asocia la existencia las actitudes favorables del estudiante con su aprendizaje (Akey, 2006 y Gargallo, et. al., 2007). Un indicador esencial de la actitud del estudiante es el *compromiso*, entendido éste como el interés intrínseco que un estudiante muestra hacia sus estudios escolares. El *compromiso* en el trabajo escolar involucra conductas positivas tales como persistencia, esfuerzo y atención, así como *actitudes* positivas (motivación, estima por el estudio, entusiasmo, interés y satisfacción). Dowson y McInerney, Hancock y Betts y Lumsden (citados por Akey, 2006), afirman que el compromiso del estudiante es crítico para el aprendizaje. Los resultados expuestos por estos investigadores muestran que los estudiantes comprometidos aprenden más, retienen más y disfrutan más las actividades de aprendizaje; en consecuencia, su rendimiento escolar es mejor. Además de lo anterior, tanto las relaciones entre el profesor y sus estudiantes, así como un *ambiente de estudio estimulante*, están asociados de forma positiva y directa hacia las actitudes de los estudiantes en términos de aprovechamiento académico (Hancock-Betts y Wills, citados por Akey, 2006).

Siendo entonces la disposición favorable hacia el aprendizaje un factor de influencia importante en este fundamental proceso educativo, surge en el docente la necesidad de favorecerlo. Para lograrlo, en este proyecto se implementaron estrategias de aprendizaje colaborativo (AC) en situaciones educativas que buscaron estimular la aparición y mantenimiento de actitudes positivas hacia el estudio y aprendizaje de la física a nivel bachillerato, ya que la evidencia empírica (Bernaza y Lee, 2005) señala que la comunicación en un grupo de trabajo desarrolla la mente de la persona, fomenta las habilidades de trabajo en equipo y además prepara para la forma de trabajo que se prevé será utilizada por el joven en los entornos laborales en su desarrollo profesional. Mills (citado por Bernaza y Lee, 2005) sostiene que, comparando los resultados de este modelo innovador respecto a otros modelos de aprendizaje tradicionales, se ha encontrado que los estudiantes aprenden más, recuerdan por más tiempo el contenido, desarrollan habilidades de razonamiento superior y de pensamiento crítico y se sienten más confiados y aceptados por ellos mismos y por los demás.

Se considera así que el trabajo colaborativo proporciona un andamiaje cognitivo en el cual es posible desarrollar un proceso de negociación y construcción conjunta que conforma la esencia del conocimiento científico (Tobin y Tippins, citados por Kittleson y Southerland, 2004). Estos autores afirman que este proceso de co-construcción y entendimiento es ideal para consolidar un aprendizaje significativo, ya que requiere de la participación activa de los individuos que no es posible cuando una persona escucha pasivamente a otra. Así entonces, el intercambio de ideas se vuelve un componente clave en la construcción y validación del conocimiento. Bajo esta perspectiva, los procesos grupales y la dinámica social son centrales para comprender como el conocimiento se gesta en un ámbito social (Kittleson y Southerland, 2004 y Sarda y Anna-Sanmarti, 2000).

Así mismo, dentro del contexto de la enseñanza de las ciencias de carácter experimental existe evidencia científica (Gallego y Pérez, citados por Ruiz, 2008) que muestra la presencia de diversas variables que inciden en la adquisición errónea de conceptos. Estos investigadores sostienen que los contenidos de alta complejidad para el nivel académico del alumnado, así como las deficiencias de recursos instruccionales pueden ser algunas de estas variables. Por tanto, para poder comprender las leyes y modelos generados en este tipo de ciencias, se requiere conceptualizar la naturaleza, y un elemento que resulta de gran apoyo es la *idealización gráfica* de un sistema físico que permita al estudiante captar los conceptos esenciales del fenómeno. Para ello, Ruiz (2008) sugiere que las estrategias instruccionales implementadas por el docente deben incluir situaciones que le permitan al estudiante la asimilación de los conceptos a través de un proceso de reelaboración de las estructuras cognitivas vigentes, para trascender después a la transferencia de éstos en múltiples situaciones (Ausubel, citado en Ruiz, 2008). De este modo, con el fin de contribuir a una interacción más efectiva del trabajo colaborativo, se incluyeron simuladores computacionales como parte de la secuencia didáctica innovadora.

II.3 Objetivos y competencias a alcanzar

Desde el punto de vista pedagógico, fue fundamental que el objetivo del proyecto guardase completa concordancia con las competencias y valores que se desea incorporar en los usuarios del mismo. Así entonces, siendo el objetivo general del proyecto el diseño la *aplicación y evaluación de dos secuencias didácticas fundamentadas en estrategias de aprendizaje colaborativo con el propósito de estimular actitudes positivas hacia el estudio y aprendizaje de los fenómenos físicos*, las competencias generales que se buscó promover durante la aplicación del modelo fueron:

- *Competencias en torno al trabajo grupal*; interdependencia positiva, liderazgo, capacidad de organización, comunicación.
- *Competencias en torno al aprendizaje individual*; compromiso, persistencia, esfuerzo, atención, motivación hacia el estudio, mejor comprensión, capacidad para procesar información, transferir conocimiento y encontrar aplicabilidad práctica del mismo.
- *Competencias a desarrollar en torno al objeto de conocimiento*; capacidad de observación, análisis y organización de la información presentada en torno a un fenómeno estudiado; capacidad para desarrollar inferencias en torno a un fenómeno observado.

Los supuestos (hipótesis) de investigación que se buscó comprobar fueron:

Hipótesis 1 (H₁): Existe relación significativa y positiva entre el actitud favorable de los alumnos hacia el estudio de los fenómenos físicos y la selección y utilización de estrategias de aprendizaje conducentes al trabajo colaborativo que faciliten una construcción social y significativa del conocimiento científico escolar.

Hipótesis 2 (H₂): Si los datos empíricos confirman la hipótesis anterior -el trabajo colaborativo favorece la actitud hacia el estudio de los fenómenos físicos-, es de esperarse que se observe una mejor disposición para el trabajo en equipo con propósitos de aprendizaje.

Hipótesis 3 (H₃): El aprendizaje colaborativo estimulará un mayor compromiso e interés de los estudiantes hacia el estudio de las ciencias físicas, al generar un ambiente propicio donde el alumno pueda desarrollar con mayor confianza, las habilidades y destrezas que estimulen un sentido de competencia en la asignatura.

Hipótesis 4 (H₄): La utilización de estrategias de aprendizaje colaborativo facilitará un acercamiento conceptual más efectivo de los estudiantes hacia el objeto de conocimiento (fenómeno físico) bajo estudio.

Hipótesis 5 (H₅): La aplicación de estrategias de aprendizaje colaborativo tendrá un efecto similar en las actitudes de los alumnos, independientemente del contexto educativo en el que se desarrolle.

II.4 Objetivos operativos y competencias específicas

Con base en los objetivos y competencias generales se establecieron, a su vez, objetivos y competencias específicas.

Objetivos específicos:

- Apreciar cualitativa y cuantitativamente las relaciones entre las variables de la intervención, mismas que se especifican en las categorías e indicadores del proyecto.
- Apreciar cualitativa y cuantitativamente la posible influencia que tiene el modelo didáctico propuesto con la capacidad de los alumnos para trabajar en un grupo de trabajo con fines de aprendizaje.
- Apreciar cualitativa y cuantitativamente la posible influencia que ejerce el modelo didáctico propuesto sobre el aprendizaje del alumno de manera individual.
- Apreciar cualitativa y cuantitativamente la posible influencia que ejerce el modelo didáctico propuesto en un acercamiento conceptual más efectivo del estudiante al objeto de conocimiento (fenómeno de inducción magnética y cambios de estado de la materia).
- Apreciar cualitativa la efectividad del objeto de innovación (OI) en diferentes contextos educativos.

Competencias específicas:

- Habilidad para interactuar positivamente dentro de un grupo de trabajo; aportando ideas, asumiendo roles de responsabilidad y facilitando el diálogo grupal que posibilite la construcción conjunta del conocimiento.
- Habilidad para el aprendizaje individual; asumiendo un sentido compromiso activo hacia la adquisición del conocimiento, procesando la información que se genera como producto de la interacción grupal y reflexionando en sus propios procesos de adquisición, selección, procesamiento y evaluación de la información.
- Habilidad para relacionarse efectivamente con el objeto de conocimiento; buscando las relaciones entre las variables participantes en el fenómeno estudiado entre sí y con la realidad cotidiana a la que se encuentra; aplicando y transfiriendo la información a contextos conocidos y en nuevos entornos.

II.3.5 Relación entre los constructos

La revisión de literatura señala que existe una relación causal entre el *trabajo colaborativo* y las *actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias físicas*, misma que puede enunciarse de la siguiente forma; el trabajo colaborativo (variable independiente) propicia actitudes positivas (variable dependiente) en los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias físicas.

III. Metodología del proyecto.

El diseño metodológico abarcó instrumentalmente cuatro fases; (a) diseño del OI y de sus instrumentos de valoración; (b) aplicación del OI; (c) evaluación crítica de la aplicación y (d) redacción del informe. En la fase de diseño se construyeron los instrumentos de intervención y de adquisición de datos. En la fase de aplicación se utilizaron los instrumentos elaborados previamente para recopilar los datos crudos de la investigación. Acto seguido, se realizó el procesamiento de información de cada instrumento, así como la triangulación de datos. Con esta información procesada y validada, se dispuso de los elementos necesarios para reportar los resultados de la investigación.

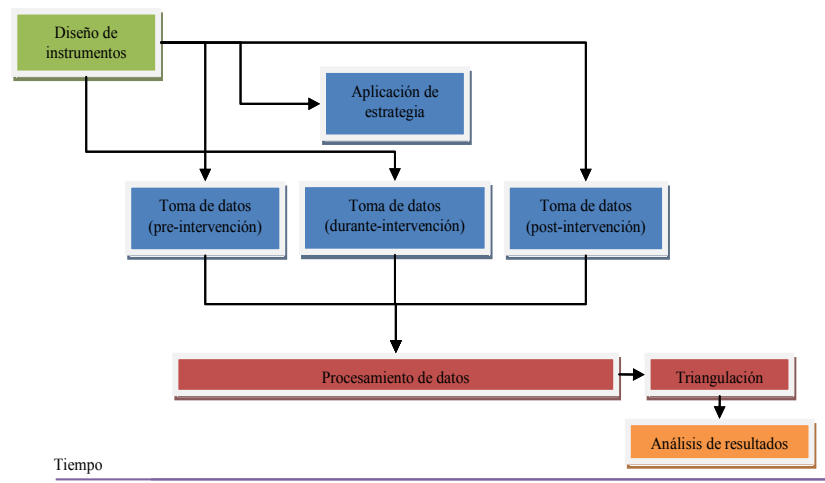


FIGURA 1. Metodología de la intervención, la cual muestra el proceso de trabajo desarrollado en el proyecto.

III.1 Agentes y muestra

Dado que la intervención se desarrolló en cuatro contextos educativos, no fue posible establecer un criterio específico para determinar el tamaño de la muestra ya que, en las dos instituciones privadas, solo se tuvo acceso a aplicar el modelo didáctico en un solo grupo de 11 alumnos (ITESM, CSC) y 21 alumnos (Félix) respectivamente, por lo que puede considerarse, en esta situación, a la muestra como propositiva –no aleatoria-. En el caso de las dos instituciones públicas (Colegio de Bachilleres en Tabasco), cada investigador participante eligió aleatoriamente uno de los cuatro diferentes grupos de Física II bajo su cargo. De esta forma, la muestra total quedó conformada por 93 participantes entre 16 y 19 años de edad. La elección de esta población y muestra radicó en el interés de los autores por desarrollar alternativas pedagógicas eficaces en sus contextos laborales como punto de partida para un ejercicio docente más científico y racional (Tejedor, 2008).

De acuerdo con Valenzuela (2004), estas limitaciones para elegir el tamaño y tipo de muestra traen consigo el riesgo de no poder generalizar los resultados de la investigación; sin embargo, se

espera que los resultados derivados de la intervención aporten un referente útil para posteriores investigaciones en torno a esta misma problemática.

III.2 Diseño de la intervención

III.2.1 Fases de la intervención

La metodología IEBE (Tejedor, 2008) con la que se diseñó, aplicó y evaluó el modelo innovador implicó el desarrollo de las siguientes etapas de trabajo:

3.2.1.1 Delimitación del objeto de innovación, lo cual involucró el análisis de diferentes modelos y estrategias de enseñanza, a fin de seleccionar aquellas que mejor respondieran a una necesidad percibida en el contexto educativo de los profesores investigadores.

3.2.1.2 Búsqueda exhaustiva de evidencias científicas. Cada investigador aportó un mínimo de tres evidencias relacionadas con el objeto de innovación propuesto; en total quince evidencias.

3.2.1.3 Evaluación crítica de las evidencias en términos de validez técnica y de adecuación y aplicabilidad al contexto. Las quince evidencias fueron evaluadas individual y grupalmente por todos los investigadores en ambos aspectos (validez técnica y adecuación al contexto) antes de ser consideradas como parte del sustento teórico y metodológico del proyecto.

3.2.1.4 Formulación del proyecto IEBE. En esta etapa se procedió a desarrollar el objeto de innovación, paralelamente a la planeación metodológica de la intervención.

3.2.1.5 Colección de datos. En esta fase se aplicó el objeto de innovación en los cuatro contextos educativos descritos, con el fin de comprobar los supuestos de investigación. El modelo didáctico incluyó el abordaje de dos contenidos temáticos; calor y temperatura como fundamento de los fenómenos termodinámicos (en el Colegio de Bachilleres No. 2 y 3 en Tabasco) e interacciones electromagnéticas (Colegio Félix e ITESM, CSC), como eje sustantivo del fenómeno electromagnético. Los instrumentos utilizados para coleccionar datos sobre la eficacia de la aplicación fueron; (a) check list de bitácora del profesor; (b) cuestionarios de evaluación de actitudes de los alumnos; (c) entrevistas a estudiantes y (d) resolución de trabajos escritos como evidencia del trabajo colaborativo. Los datos compilados y procesados fueron sujetos a una triangulación de la información para su validación.

3.2.1.6 Presentación de resultados, conclusiones y recomendaciones del proyecto. El resultado de las triangulaciones efectuadas y su contrastación contra las hipótesis y evidencias científicas, permitió establecer conclusiones sobre la efectividad del objeto de innovación. A la luz de esta información, se hizo posible establecer recomendaciones que permitan corregir y mejorar la innovación propuesta en aplicaciones futuras, así como la metodología de la intervención.

III.3 Descripción de los instrumentos de valoración crítica del modelo innovador

Se diseñaron dos tipos de instrumentos; el primero fue con la finalidad de recopilar de datos para validar la eficacia del modelo y el segundo con la finalidad de intervenir en el ambiente de aprendizaje. En este apartado se describen exclusivamente los instrumentos utilizados para la validación del modelo. El segundo tipo de instrumentos se explica en el siguiente apartado.

- **Encuesta Inicial y final.** Las encuestas tipo Likert inicial y final tuvieron por objetivo recabar información de los alumnos antes y después de la intervención. Los datos que se obtuvieron aportaron datos sobre las actitudes que el grupo de estudiantes percibió en relación a un conjunto de categorías, y sus elementos descriptivos (indicadores). La intención de aplicar dos encuestas (pre y post intervención), fue facilitar la apreciación de la diferencia en las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de los fenómenos físicos, después de haber sido expuestos a la estrategia didáctica.
- **Materiales escritos.** Los materiales tuvieron el objetivo de recopilar la evidencia de trabajo de los alumnos para poder valorarla como producto del trabajo colaborativo y como producto del aprendizaje logrado.
- **Bitácora del profesor.** La bitácora del profesor buscó recoger el punto de vista del profesor durante la intervención. Fue diseñada a manera de lista de cotejo.
- **Entrevista.** La entrevista tuvo como propósito conocer el punto de vista del alumno acerca de las actividades de enseñanza de una manera más íntima. Fue realizada después de la aplicación del modelo de innovación a tres estudiantes de cada institución con el fin de conocer sus percepciones sobre la influencia del OI en su aprendizaje. Los alumnos fueron elegidos aleatoriamente. Las respuestas a las preguntas de la encuesta fueron transcritas, analizadas y valoradas por los investigadores.

III.4 Materiales y métodos requeridos para la aplicación del modelo innovador

III.4.1 Descripción de los materiales

El modelo innovador requirió esencialmente de acceso a los materiales disponibles a los profesores durante sus clases normales. Este factor representa una clara ventaja para su implementación definitiva; su adaptabilidad a contextos educativos variados.

Los requerimientos materiales mínimos para desarrollar la estrategia didáctica consistieron en un aula con proporciones adecuadas al número de estudiantes, donde existiese la facilidad de agruparlos en equipos de trabajo donde puedan interactuar con la mayor comodidad posible y con acceso a los servicios necesarios para el uso de computadora y cañón de proyección. También fue requerido el acceso a bibliografía actualizada para consulta, así como cantidad suficiente de apoyos escritos que contribuyesen a la activación cognitiva de cada equipo.

Para facilitar el acercamiento conceptual al objeto de conocimiento (segundo constructo) durante el trabajo colaborativo, fue indispensable contar como mínimo con acceso a una computadora en las que las aplicaciones Java de los simuladores virtuales requeridos estuviesen disponibles. Durante la aplicación del modelo, en las dos escuelas privadas, los alumnos pudieron utilizar los simuladores de forma individual y grupal, en tanto que en los dos grupos de instituciones públicas, solo se tuvo acceso a una sola computadora para todo el grupo con su respectivo cañón de proyección.

Por otra parte, para el análisis de datos cada profesor investigador requirió de acceso a una computadora donde los datos crudos fueron captados y procesados en matrices de compilación previamente diseñadas.

III.4.2 Diseño conceptual del modelo innovador

El modelo innovador propuesto, como se ha señalado en apartados anteriores, abarcó el desarrollo conceptual y procedimental de dos temas; interacciones electromagnéticas y calor y temperatura.

Para el primer tema (interacciones electromagnéticas), se desarrollaron tres actividades: (a) campo magnético de un imán y un electroimán de una espira; (b) análisis de la generación de un campo magnético y (c) inducción electromagnética.

Para el segundo tema (calor y temperatura) se desarrolló una actividad que incluyó el manejo de dos puntos: (a) cambios de estado de la materia y (b) escalas termométricas.

La estructura general de las actividades fue la siguiente:

- a) Introducción de nuevos puntos de vista: Se revisó del fenómeno a estudiar.
- b) Pregunta detonadora hacia los estudiantes: Espacio de trabajo individual.
- c) Investigación experimental: Espacio de trabajo colaborativo.
- d) Discusión colaborativa de los resultados.
- e) Elaboración del producto de la actividad.

III.5 Técnicas de análisis de datos

Para analizar los datos colectados, se prepararon dos matrices de datos para vaciar la información recabada del cuestionario de percepción de actitudes que resolvieron los participantes al inicio y al final de la intervención utilizando hoja de cálculo Excel. En estas matrices se efectuó el cálculo de estadística descriptiva (media, desviación estándar, número de datos y suma de valores). Adicionalmente, se diseñó un indicador para cuantificar el grado de aproximación de cada respuesta a los resultados deseados. Los datos que se obtuvieron de las entrevistas a los estudiantes, bitácoras de los profesores y trabajos escritos, fueron objeto de un análisis cualitativo.

Posteriormente se efectuó la triangulación de la información, comparando los resultados de las encuestas, entrevistas, bitácoras y producciones escritas de los estudiantes, a fin de apreciar las posibles similitudes o discrepancias en los datos recopilados. Así mismo, se efectuó una triangulación entre los datos obtenidos en cada contexto educativo, a fin de confirmar si el OI produjo efectos similares en cada institución.

Los instrumentos que aportaron datos cuantitativos (cuestionario pre y post intervención) fueron sometidos a un análisis de confiabilidad donde se calculó el alfa Cronbach. Los resultados de este análisis confirman la validez interna del instrumento, ya que los coeficientes alcanzados fueron de 0.89 y 0.88 respectivamente.

IV. Resultados y valoración crítica del proyecto

En este apartado se describe un resumen de los resultados y conclusiones derivadas de la aplicación del modelo innovador, una vez que se efectuó la triangulación de los datos de los diferentes instrumentos utilizados para la validación de la intervención (cuestionarios, entrevistas, materiales escritos y bitácora del profesor) en todos los contextos educativos (4 escuelas). Estos resultados se reportan atendiendo a las variables de investigación evaluadas.

IV.1 Presentación de resultados y conclusiones de la aplicación

Respecto a la variable de *actitudes promovidas hacia el trabajo en equipo* se valoraron indicadores de *interdependencia, liderazgo, comunicación y responsabilidad*. Los resultados fueron:

- En la *interdependencia* se observó una mejora de moderada a significativa. Los participantes reconocieron la importancia de su rol en el equipo y se percibieron actitudes de apoyo e interés por unificar ideas.
- Respecto al *liderazgo*, hubo un aumento muy significativo tanto en la iniciativa para coordinar las aportaciones, como en el interés por negociar su opinión para lograr acuerdos.
- En el ámbito de la *comunicación*, se presentó un significativo incremento en el interés de expresar su opinión en cuanto a enriquecer las aportaciones.
- Tocante a la *responsabilidad*, los resultados de los instrumentos mostraron ligeras discrepancias; los cuestionarios resueltos manifestaron un incremento poco significativo en este indicador, en tanto que en las entrevistas y observaciones se apreció una mejora de mayor magnitud.

Los resultados de la variable de *actitudes promovidas hacia el aprendizaje personal*, donde se valoró la *participación activa* de los alumnos, mostraron que, tocante al seguimiento de toda la actividad, la mejora fue modesta para todos los participantes. Sin embargo, la tendencia a la mejora se incrementó en el *trabajo individual* y en el *compromiso mostrado hacia el aprendizaje*.

Sobre la variable de *actitudes frente al objeto de conocimiento*, se halló que, respecto al *procesamiento de la información*, se presentó un aumento significativo en relación a la percepción tanto de los estudiantes como de los profesores sobre la *comprensión conceptual* del fenómeno estudiado, así como una mejora muy significativa respecto a la *comprensión de la interrelación entre las variables* de dichos fenómenos. Sin embargo, tanto la *transferencia* como la *aplicabilidad* no se apreciaron afectadas por el objeto de innovación, por lo que no se presentó una mayor vinculación del fenómeno en la vida cotidiana de los participantes y menos aún la forma de aplicarlo. No obstante, fueron capaces de resolver exitosamente situaciones problema que se les plantearon en torno a los fenómenos estudiados.

La triangulación de los datos en los cuatro instrumentos de evaluación permitió entonces confirmar, en lo general, una mejoría significativa en las variables de *actitudes respecto al trabajo en equipo* (interdependencia, liderazgo, comunicación y responsabilidad) y en las *actitudes respecto al aprendizaje personal* (participación activa). Respecto a la tercera variable -*actitudes frente al objeto de conocimiento*-, la triangulación del indicador de procesamiento de información concordó en todos los instrumentos, pero difirió en el indicador de transferencia y aplicabilidad.

Con base en los resultados anteriores puede afirmarse que la pregunta inicial que rige la investigación se responde afirmativamente, ya que las evidencias recabadas empíricamente manifestaron que el trabajo colaborativo predispuso favorablemente a los estudiantes hacia el estudio de los fenómenos físicos que se trabajaron en la aplicación -calor y escalas termométricas e interacciones electromagnéticas-. Así mismo, cada una de las preguntas subordinadas se respondió a sí misma mediante la observación de los resultados. Sin embargo, es destacable mencionar que la transferencia y aplicabilidad del fenómeno estudiado no fue un indicador que mostró mejoría, por lo que representa un área de mejora para el objeto de innovación.

Otro hallazgo de interés, analizando el efecto de la aplicación de estrategias de aprendizaje colaborativo en las actitudes de los alumnos en el contexto institucional de aplicación, presentó

ciertas divergencias sobre las cuales vale la pena profundizar. Particularmente, en este estudio se apreció que en las instituciones privadas (Félix y CSC), existió una mejoría menos acentuada en las *actitudes relativas al trabajo en equipo* que en las instituciones públicas, donde la mejoría fue muy notoria. Las conclusiones de los investigadores en torno a estas diferencias fueron un mayor uso de estrategias que involucran trabajo en equipo en las escuelas privadas que en las públicas.

De esta forma, los supuestos de investigación H_1 , H_3 y H_4 establecidos en el apartado 2.4 de este documento, quedaron confirmados con base en la evidencia empírica presentada en esta investigación. Por otra parte, las hipótesis H_2 y H_5 se confirmaron con ligeros matices diferenciadores en las instituciones públicas y privadas donde se efectuó la intervención.

IV.2 Valoración crítica del proyecto

Un análisis auto crítico del trabajo efectuado permite afirmar que, en general, el diseño del modelo fue acertado, puesto que se logró el resultado esperado en la mayoría de los indicadores valorados. Así entonces la elección de las estrategias de trabajo colaborativo que son el eje sustantivo de este proyecto fue adecuada, así como la construcción de los cuestionarios y entrevistas, ya que ambos instrumentos presentaron una elevada consistencia interna en esta primera aplicación.

En relación a las áreas de oportunidad del proyecto, una de ellas corresponde al control en el diseño e implementación de los instrumentos, ya que, después de aplicarlos por primera ocasión, se pudo apreciar que algunas preguntas del cuestionario y de las entrevistas, pudieron realizarse de una forma tal que reflejaran mejor la opinión de los participantes en relación a los constructos. También se sugiere específicamente la modificación del formato de check list de la bitácora de observación del profesor, de tal forma que se pueda obtener información más acotada y precisa sobre los constructos que facilite la triangulación de datos. De igual forma, es importante integrar como parte de los cuestionarios y entrevistas preguntas redundantes que brinden mayor certeza a la validación del instrumento y, en consecuencia, a los resultados.

Por otra parte, el haber incluido dos contenidos temáticos en la intervención abrió la puerta a una mayor variabilidad debido al tiempo requerido para la preparación de cada secuencia y también para la variación respecto a la demanda cognitiva requerida para el procesamiento de la información de cada tema. En futuras aplicaciones se sugiere efectuar un rediseño de los instrumentos mencionados, donde se sugiere introducir, como parte de la secuencia de trabajo, actividades de lectura o análisis de videos que orienten y contextualicen al alumno con los conceptos y aplicabilidad del tema a desarrollar. Así mismo, se recomienda enfocar el esfuerzo de investigación a un solo contenido temático.

Otro punto de mejora que se recomienda realizar en una futura aplicación del proyecto, consiste en desarrollar el diseño de una mayor cantidad de temas con el enfoque innovador propuesto. De esta forma se podría facilitar a los estudiantes la adquisición de mayor familiaridad con este tipo de estrategias y, de esta forma, se estima que el tiempo de aplicación se manejaría de forma más eficiente, ya que durante la primera aplicación fue notorio que la implementación del modelo fue un tanto forzada, debida a la falta de experiencia tanto de alumnos como de profesores con este tipo de estrategias. Sobre este mismo punto, se recomienda la capacitación de los profesores en el manejo de estrategias de aprendizaje colaborativo y de tecnología educativa.

Un último punto de mejora recomendado para el perfeccionamiento del diseño del modelo innovador, consiste en incluir como parte de los instrumentos de evaluación, los productos de aprendizaje esperados por los alumnos en un formato estandarizado que facilite la triangulación de datos con los demás instrumentos (cuestionarios, entrevistas, bitácora de observación).

IV.3 Indicación de líneas por las que seguir investigando

De esta valoración es posible visualizar como posibles líneas de investigación futuras, la aplicación de este tipo de modelos innovadores en instituciones públicas y privadas, así como en instituciones de nivel secundaria y profesional con el fin de apreciar si el OI propuesto es igualmente funcional en todos estos contextos sugeridos.

V. CONCLUSIÓN

La experiencia colaborativa del proyecto permitió una vinculación muy estrecha entre el ejercicio docente y la investigación científica, generando de esta forma una nueva perspectiva para desarrollar una docencia más científica y racional. Por otra parte, permitió una reflexión profunda en lo individual y como grupo sobre los mejores modelos y estrategias de enseñanza a desarrollar como profesionales de la educación, llegando a la conclusión de que, aunque existe un amplio espectro de alternativas al que se puede recurrir, la elección debe atender siempre de forma efectiva a las necesidades reales y fines que se persiguen en bien de los usuarios en la educación, considerando en todo momento el contexto de aplicación.

Así mismo, el proceso de trabajo realizado con la metodología IEBE fue realmente valioso, ya que aportó el andamiaje sobre el cual fue posible diseñar, aplicar y evaluar críticamente el objeto de innovación, otorgando certeza a los resultados, ya que, aunque no es posible la generalización de los mismos dadas las características particulares de la aplicación del objeto de innovación, sí abre la puerta a la posibilidad de continuar profundizando en nuevas líneas de trabajo que contribuyan en cierta medida, a la anhelada mejora educativa desde la trinchera de trabajo en la que se ejerce la docencia.

Finalmente puede decirse que, el haber podido diseñar, aplicar y evaluar un modelo innovador, comprobando de manera directa su eficacia, otorga a los profesores participantes la profunda satisfacción y esperanza de que sí es posible incidir positivamente en el entorno profesional y en la realidad de los jóvenes a quienes se educa.

REFERENCIAS

- Akey, T. M. (2006, Enero). *School context, student attitudes and behavior, and academic achievement: An exploratory analysis*. Consultado el 27 de febrero de 2009 desde: <http://www.mdrc.org/publications/419/full.pdf>
- Alvarez, Z., Casadei, L., Cuicas, M. & Debel, E (2008). La simulación como herramienta de aprendizaje en Física. *Revista de actualidades investigativas en educación*, 8, (2), pp1-27

- Recuperado el 12 de febrero del 2009, desde: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/2-2008/archivos/fisica.pdf>
- Bernaza, R. & Lee, T. (2005). [El aprendizaje colaborativo: una vía para la educación de postgrado](#). *Revista Iberoamericana de Educación*, 37, (3). Consultado el 27 de febrero de 2009, desde: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1123Bernaza.pdf>
- Dirección General de Bachillerato (2005). Programas de Estudios. S.E. P. Consultado el 13 de Marzo de 2009, desde: http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/programasdeestudio.html
- Erol, M. & Tanel, Z. (2008). Effects of Cooperative Learning on Instructing Magnetism: Analysis of an Experimental Teaching Sequence. *Latin American Journal of Physics Education*, 2, (2), pp.124-136. Recuperado el 17 de Febrero del 2009 desde: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2735587>
- Gargallo B., Pérez, C., Serra B., Sánchez F. & Ros I. (2007). Actitudes ante el aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios. Consultado el 27 de febrero de 2009 desde: <http://209.85.173.104/search?q=cache:FSRhQSDVnX4J:www.rieoei.org/investigacion/1537Gargallo.pdf+Actitudes+ante+el+aprendizaje+y+rendimiento+acad%C3%A9mico+en+los+estudiantes+universitarios.&hl=es&ct=clnk&cd=2&gl=mx>
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (2007). Planes de estudio de Preparatoria. Consultado el 27 de febrero de 2009, desde: https://serviciosva.itesm.mx/PlanesEstudio/Consultas/Materias/ConsultaMaterias.aspx?Form=Consultar_Materias_Sintetico&ClaveMateria=PC5012&Idioma=ESP
- Kittleson, J. M. & Southerland, S.A. (2004). The Role of Discourse in Group Knowledge Construction: A Case Study of Engineering Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), pp. 267–293.
- Ruiz, J. (2008). *La simulación como instrumentos de aprendizaje* Consultado el 18 de febrero de 2009, desde: <http://mami.uclmv.es/jmruiz/materiales/Documentos/simulacion.PDF>
- Sardá J.y Anna-Sanmarti P., N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), pp. 405-422.
- Tejedor. J. (2008, sept). Innovación Educativa Basada en la Evidencia (IEBE). Documento inédito consultado en la materia de Modelos y Estrategias de Enseñanza de la Escuela de Graduados en Educación.
- Tovar-Gálvez, J.C. (2008, julio).Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*. Recuperado el 14 de Enero de 2009 desde: <http://www.rieoei.org/2161.htm>

Universidad Autónoma de México (1996). Programas Operativos Física II. Colegio de Ciencias y Humanidades. Recuperado el 8 de Marzo del 2009. Disponible en <http://www.cch.unam.mx/plandeestudios/asignaturas/fisica/fisica.pdf>

Valenzuela González, J. R. (2004). *Evaluación de instituciones educativas*. Distrito Federal, México: Trillas.