

Clases demostrativas interactivas de magnetismo en el bachillerato del IPN



Guadalupe Yolanda Ramírez Maldonado^{1,2}, A. López Ortega³, Mario H. Ramírez Díaz²

¹Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Wilfrido Massieu, Instituto Politécnico Nacional, Avenida de Los Maestros 217, Santo Tomas, Del. Miguel Hidalgo, C.P.11340, México D.F.

²Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, Av. Legaria # 694, Col. Irrigación Del. Miguel Hidalgo, C.P.11500, México D. F.

³Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Edificio 9, Del. Gustavo A. Madero, CP 07738, México D.F.

E-mail: guyorama16@gmail.com

(Recibido el 15 de Enero de 2013; aceptado el 23 de Marzo de 2013)

Resumen

El Aprendizaje Activo de la Física es una metodología que ha demostrado resultados favorables en diversas instituciones alrededor del mundo. En particular, el usar como estrategia educativa a las Clases Demostrativas Interactivas a partir de la propuesta de autores como Sokoloff y Thorton es una de las formas recurrentes de la aplicación de Aprendizaje Activo. En nuestro medio se han hecho ya algunas implementaciones de Clases Demostrativas Interactivas siguiendo estrictamente el ciclo PODS (Predecir-Observar-Discutir-Sintetizar) propuesto por Sokoloff para sus Clases Demostrativas Interactivas, en particular en temas de Mecánica, tanto en niveles de bachillerato como universitario. En este trabajo se presentan los resultados de diseñar, implementar y evaluar Clases Demostrativas Interactivas para estudiantes de bachillerato en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos Wilfrido Massieu del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en México acerca de temas de Magnetismo. Se presentan el diseño de la clase demostrativa, el instrumento utilizado como pretest y postest, el comparativo con los resultados obtenidos con grupos de control a partir del factor de Hake para ganancia conceptual al implementar la clase demostrativa interactiva y la evaluación de la estrategia como opción para los bachilleratos en el IPN.

Palabras clave: Aprendizaje Activo de la Física, Clases Demostrativas Interactivas, Aprendizaje de Magnetismo.

Abstract

The Active Learning in Physics is a methodology that has shown positive results in several institutions around the world. In particular, use of Interactive Lecture Demonstrations as an educative strategy from the proposal made by authors like Sokoloff and Thorton is one of more recurrent applications of Active Learning. In our environment have been made some implementations of Interactive Lecture Demonstrations following strictly the PODS cycle (Predict, Observe, Discussion, Synthetize), proposed by Sokoloff especially in topics of Mechanics, both at high school and college level. In this paper we show the results of design, implement and evaluation of Interactive Lecture Demonstration to high school students of National Polytechnic Institute (IPN) in Mexico about topics of Magnetism. We show the design based on the Interactive Lecture Demonstrations, the instrument used as pretest and posttest, the comparative results with control group from Hake's Factor for conceptual gain and the evaluation of strategy as an option for the IPN high schools.

Keywords: Research Education, Active Learning in Physics, Interactive Lecture Demonstrations, Learning of Magnetism.

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

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Varios trabajos de investigación han mostrado que numerosos estudiantes opinan que la Física es una asignatura difícil y que además los estudiantes muestran un bajo nivel de motivación hacia su estudio. Entre los problemas para comprender los conceptos físicos de los

cursos a nivel Bachillerato encontramos la falta de conocimientos en Matemáticas, la ausencia de conocimientos elementales de Física, como también programas de estudio inadecuados, deficiencia y en algunos casos ausencia de laboratorios adecuados para realizar experiencias que complementen las clases teóricas, desinterés del personal docente para fomentar en los

estudiantes el interés por el conocimiento mismo y en particular por el conocimiento científico. Como consecuencia un número muy grande de estudios han mostrado que en la Enseñanza Media Superior existe un alto porcentaje de fracaso en los cursos de Física (como también de Matemáticas y de Química) [1]. En consecuencia aprender Física acarrea serias dificultades para los estudiantes; de ahí que las líneas de investigación en la enseñanza de la Física, se centran en buscar propuestas de metodologías y técnicas de enseñanza que ayuden a los estudiantes a superar esas dificultades.

El desarrollo de la Física y la investigación sobre la enseñanza de la Física muestran la conveniencia de que los estudiantes estén involucrados activamente en su proceso de aprendizaje. Esto debe lograrse tanto en actividades experimentales de laboratorio con prácticas en pequeños grupos, como también en las clases teóricas. Un ejemplo de este tipo de estrategias de enseñanza son las Clases Demostrativas Interactivas (CDI), donde los estudiantes están siempre intelectualmente activos, realizando predicciones, contrastando estas con los resultados del experimento demostrativo, y discutiendo con sus pares en el aula y con el docente.

Muchas estrategias utilizan un ciclo de aprendizaje que consta de los siguientes pasos: observación-visualización de la experiencia, predicción individual, discusión entre pares o en pequeños grupos, y comparación entre el resultado experimental y las predicciones. Este ciclo de aprendizaje, que puede ser representado como PODS (Predicción, Observación, Discusión y Síntesis) favorece que el estudiante encuentre las diferencias entre las creencias con las que llega a la clase de Física y las Leyes de la Física.

El llamado Aprendizaje Activo surgió debido a que muchos investigadores notaron que la llamada enseñanza tradicional produce un bajo rendimiento académico. La llamada enseñanza tradicional consiste esencialmente de clases teóricas y sesiones de laboratorio basadas en un recetario, en donde el alumno casi no interviene, en donde su creatividad no es estimulada. También muchas de estas investigaciones han mostrado que existen otras consecuencias negativas del llamado método de enseñanza tradicional [2].

Varios trabajos de investigación en los últimos treinta años han mostrado que entre las alternativas a la enseñanza tradicional, las estrategias de Aprendizaje Activo de la Física son efectivas para mejorar la comprensión de los conceptos físicos y para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes [3].

En esta metodología *“los alumnos son guiados para que construyan su conocimiento, por medio observaciones directas del mundo físico”* [4]. En esta metodología los alumnos logran su aprendizaje por medio de su intervención directa. En este tipo de aprendizaje se involucran las características de los alumnos, como su personalidad, estilos de aprendizaje, entre otras. También le puede exigir al alumno que realice Predicciones, Observaciones, Discusiones y Síntesis, con el objetivo de que participen, reporten sus ideas y puedan resolver las diferentes situaciones físicas a las que se enfrentan.

Sobre el ciclo PODS Sokoloff [3] comenta *“Los alumnos construyen su conocimiento, comparan predicciones, sus creencias cambian, el instructor es un guía, se fomenta el trabajo colaborativo, los resultados de los experimentos reales son observados en formas comprensibles, las herramientas tecnológicas permiten a los alumnos dirigir su práctica, pasan gran parte del tiempo observando, interpretando, discutiendo y analizando datos.”*

En el aprendizaje activo, el profesor es quien elabora y prepara los materiales para la enseñanza de los conceptos de Física, sin embargo, el alumno es quien tiene el control de su aprendizaje, expone, decide que estudiar, dónde buscarlo y para resolver sus dudas realiza investigaciones.

En este trabajo se utiliza una variación del ciclo PODS conocido como ciclo POE (Predecir, Observar, Explicar) que se orienta a la solución de problemas en contexto, usando en el proceso también videos didácticos y actividades que involucran mediciones. En América Latina esta visión de la Enseñanza de la Física es fomentada por algunas organizaciones regionales de Física y de la Enseñanza de la Física como la Red Latinoamericana en Física Educativa y la Federación Iberoamericana de Sociedades de Física. Estas Sociedades apoyan Talleres Regionales de Formación de Profesores, cuyo objetivo principal es promover el uso de estrategias de enseñanza centradas en el estudiante, esto es, en las cuales el estudiante esté activo constantemente.

Slisko y Medina [5] después de aplicar esta metodología en la última semana del curso evaluaron a los alumnos sobre algunos aspectos como reflexionar acerca de su manera de aprender, reconocer la importancia del trabajo en equipo, entre otros y encontraron que estas estrategias ayudan al desarrollo de estas habilidades.

Por otro lado, Thornton y Sokoloff [6] desarrollaron una metodología de aprendizaje activo que usa las CDI's en el salón de clases. Tomando como base experiencias previas concluyeron que sus alumnos no comprendían muchos aspectos físicos en las demostraciones tradicionales. A partir de su trabajo de investigación crearon un método en el cual cambiaron las clases basadas en las demostraciones usuales por una clase más activa. Este método puede utilizarse en grupos pequeños como grandes. En sus fases iniciales la estrategia fue aplicada a alumnos universitarios de primer año.

En este proyecto se retoman los trabajos de Sokoloff sobre las CDI y el marco teórico del POE de Slisko [5] para diseñar, implementar y evaluar las CDI en el aprendizaje de Magnetismo en el bachillerato del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en particular se busca dar respuesta a dos preguntas de investigación:

1. ¿Qué tan eficiente resulta la metodología de las CDI en la enseñanza del tema de Magnetismo en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECYT) Wilfrido Massieu?
2. ¿Existe diferencia entre los resultados obtenidos en el aprendizaje cuando usamos el método

tradicional y la metodología de las CDI en la enseñanza del tema de Magnetismo?

II METODOLOGÍA

Los estudiantes de los grupos de estudio cursan el sexto semestre del nivel medio superior del CECYT número 11, Wilfrido Massieu del IPN (turno matutino) localizado en el Distrito Federal. La secuencia didáctica de la estrategia de aprendizaje activo se basa en las CDI y se aplicó en los dos grupos experimentales, el grupo 6IM2 y el grupo 6IM6. En los grupos de control, 6IM9 y 6IM15 se aplicó el método de enseñanza tradicional.

Al ser los estudiantes del sexto semestre y haber cursado previamente las materias de Física I, Física II y Física III pueden comparar la enseñanza tradicional de la Física con la propuesta de la nueva estrategia de aprendizaje activo de la Física basada en las CDI que usamos en este trabajo. En las siguientes líneas se presenta una breve descripción de los grupos.

Los grupos experimentales se eligieron de la siguiente manera: el grupo 6IM2, que pertenece a la carrera de Técnico en Procesos Industriales y el grupo 6IM6 que pertenece a la carrera de Técnico en Instalaciones y Mantenimiento Eléctrico. Los grupos de control fueron el 6IM9 que pertenece a la carrera de Técnico en Telecomunicaciones y el grupo 6IM15 que pertenece a la carrera de Técnico en Construcción.

El total de alumnos que tomaron parte en el estudio fueron 123, 90 son hombres y 33 son mujeres. El total de alumnos de los grupos experimentales (6IM2 y 6IM6) fue de 62 alumnos, de los cuales 53 son hombres y 9 mujeres. El total de alumnos de los grupos de control (6IM9 y 6IM15) fue de 61 alumnos, de los cuales 37 son hombres y 24 mujeres. Otro factor que se consideró para esta investigación fue la edad, en la cual se obtuvo de la muestra que el 69.9 % tiene 17 años, el 24.4 % tiene 18 años y el 5.7% tiene 19 años.

Un dato esencial para esta investigación es el saber cuántos alumnos ya habían cursado la materia de Física IV, debido a que este factor puede modificar la ganancia de aprendizaje. Observamos que en nuestra muestra todos los alumnos nunca habían cursado la materia de Física IV, de ahí se puede concluir que la ganancia de aprendizaje es una cantidad que puede proporcionarnos información valiosa.

Es conveniente mencionar que a los alumnos de los grupos experimentales fueron informados que formaban parte de una investigación educativa. Además en el transcurso del desarrollo de esta estrategia didáctica se tomaron fotos (Figura 1) con el fin de realizar un mejor análisis del proceso y del efecto de la estrategia en la comprensión del tema de Magnetismo por los estudiantes.

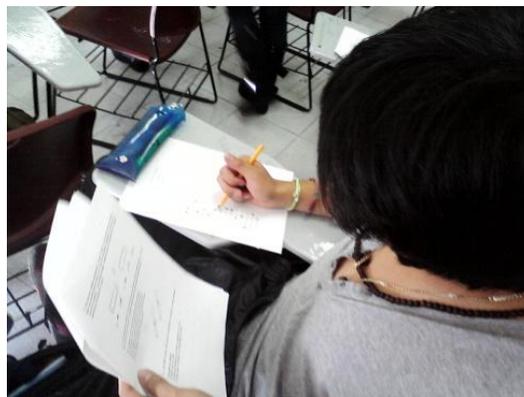


FIGURA 1. Se tomaron fotografías de todo el proceso como evidencia y poder realizar el análisis.

Para evaluar el aprendizaje de los alumnos en el tema de Magnetismo, nos basamos en la aplicación de un examen de diagnóstico como pretest y como postest. Inicialmente, para valorar y explorar las ideas previas de los alumnos del tema de Magnetismo aplicamos un examen de diagnóstico (pretest), con el fin de determinar el estado de conocimiento de los estudiantes respecto a los fundamentos de este tema. El pretest se aplicó a los cuatro grupos que participaron en esta investigación.

El examen de diagnóstico es un cuestionario de 14 ítems (ver Apéndice) que contiene preguntas que permiten evaluar los objetivos de aprendizaje propuestos en el temario y que han sido utilizados en esta investigación para estudiar y analizar las dificultades de aprendizaje del tema de Magnetismo.

El test propuesto lo diseñamos tomando en cuenta tanto el objetivo de esta investigación, como en los objetivos del temario [7]. También, para nuestro cuestionario nos basamos en varios cuestionarios entre ellos el Test Conceptual de Electricidad y Magnetismo CSEM, elaborado por Maloney en 1999 [8] y que fue desarrollado para evaluar a los temas de Electricidad y Magnetismo. El cuestionario consta de 32 preguntas pero solo se tomaron las preguntas referentes al tema de Magnetismo. También se toman algunos conceptos del trabajo de Guisasola, Almudí, y Zubimendi [7]. El cuestionario propuesto evalúa la posible mejora del aprendizaje del tema de Magnetismo en los aspectos conceptuales y procedimentales. Es conveniente señalar que el cuestionario está en fase de desarrollo, incluso hay aspectos importantes de los fenómenos magnéticos que no son examinados, como por ejemplo, no examina el hecho de que el campo magnético produce una fuerza perpendicular a la dirección de movimiento de una partícula y por lo tanto el trabajo realizado es cero. Sin embargo, otro de los aspectos que nuestro trabajo intenta cambiar es el actitudinal, que favorecerá una actitud positiva hacia el aprendizaje de la Física en general.

Posteriormente se desarrollaron las secuencias didácticas de la estrategia de aprendizaje activo de la Física basada en las CDI. En esta investigación se implementaron dos prácticas de laboratorio fundamentadas en la estrategia CDI, para el tema de Magnetismo.

En estas prácticas usamos las llamadas Hoja de Predicciones y Hoja de Resultados para dar seguimiento a las actividades realizadas por los estudiantes. El seguimiento de las diferentes etapas de la estrategia CDI tiene como objetivos:

- Guiar las actividades de los estudiantes
- Facilitar el seguimiento de las actividades
- Tener evidencia del proceso llevado a cabo durante la implementación de esta.

Finalmente se volvió a aplicar el mismo test de diagnóstico, para analizar el grado de avance en la comprensión del tema de Magnetismo, como la efectividad de la estrategia de aprendizaje activo de la Física implementada (CDI), y poder contrastar con la enseñanza tradicional de la Física.

En el diseño de la secuencia se consideraron los principios físicos básicos del Magnetismo y de sus Leyes, así como los objetivos de aprendizaje del curso de Física IV. Esta secuencia didáctica fue supervisada y orientada por los autores del presente trabajo. Desde el inicio del desarrollo de la estrategia, los estudiantes requirieron de una guía directa, es decir, en cada actividad era necesario que se les indicara cada paso a realizar e incluso se orientó a los diferentes equipos por separado.

En nuestra investigación, con los resultados del pretest y del postest se determina la ganancia de Hake [9], tanto la lograda cuando se usa el método tradicional en los grupos de control, como con la aplicación de la estrategia CDI en los grupos experimentales.

Al inicio de la implementación de la estrategia didáctica CDI los grupos experimentales se integraron en equipos de 6 alumnos de manera aleatoria, ya que por la infraestructura de la escuela es el número máximo de alumnos que se permite por mesa de laboratorio. Enseguida se les presentó la primera práctica tipo CDI y se les explicó el procedimiento a seguir durante la práctica, (se pensó en un principio que sería una sesión por práctica con una duración de 1:40 horas).

Pudimos observar que para cada grupo experimental las practicas tipo CDI fueron estimulantes debido a la forma en que se presentaron, cada una se estructuró sobre un contexto real y con el material existente en el laboratorio de Física.

El formato de las prácticas consistió en el desarrollo de cada experimento, que incluye preguntas que orientan al análisis y generan la curiosidad de los estudiantes en el tema bajo estudio. A continuación damos un ejemplo:

Demostración 1

Colgamos de un soporte un imán, de manera que pueda girar libremente. Si se toma otro imán y lo aproximamos con cuidado a los polos del mismo color (polos homónimos) como se indica en la Figura 2.

Predecir, ¿Qué crees que suceda?

Razona tu respuesta:

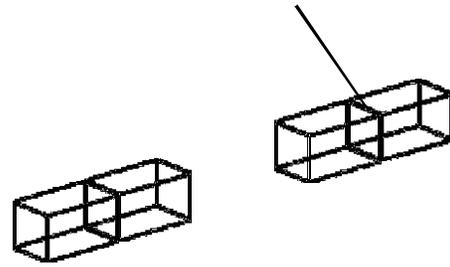


FIGURA 2. Ejemplo de cómo se deben colgar y acercar los imanes.

De esta forma se pueden plantear hipótesis sobre cada experimento, también se les pide que iluminen las figuras que tiene la práctica, por ejemplo, se les pide que iluminen los imanes de acuerdo con los polos que acerquen como el polo norte de color rojo y el polo sur de color azul ya que estos tienen esos colores físicamente en el material del laboratorio.

En este proceso se utiliza un ciclo de aprendizaje que incluye predicciones, observaciones y comparación de resultados con los obtenidos en las predicciones iniciales. Todo esto puede realizarse con base a lo observado en cada experimento siguiendo la secuencia llamada POE ya que no se llega a una síntesis en esta etapa de la práctica.

A continuación se describieron una por una las demostraciones (experimentos) de la primera práctica para todo el grupo pero sin exhibir los resultados. Después se pidió a los estudiantes registrar sus predicciones individuales sobre los fenómenos esperados de cada experimento en una Hoja de Predicciones. Luego a los estudiantes se les pidió que registraran sus predicciones individuales después de cada descripción, dejando que trascurrieran algunos minutos dependiendo del tipo de experimento. Estas Hojas de Predicciones se recogieron después de que se terminaron las demostraciones, pero no se calificaron. Luego para hacer el análisis por equipo de cada demostración de la práctica se dividieron los alumnos de cada mesa en dos grupos para formar ahora equipos de 3 alumnos, se les dejó que discutieran durante algunos minutos para que obtuvieran sus nuevas predicciones, enseguida se les solicitó las nuevas predicciones por equipo, para obtener las predicciones más frecuentes de todo el grupo y se escribieron o dibujaron en el pizarrón, según el caso, sin corregir las predicciones incorrectas.

De igual forma se esperó el tiempo suficiente para que discutieran por equipo sus predicciones. Mientras cada alumno registro sus nuevas predicciones obtenidas de la discusión realizada en equipo en una nueva Hoja de Predicciones, o también se encontró el caso que reafirmaron las predicciones realizadas al principio.

Al terminar se realizó cada experimento de la práctica, en donde se les pidió a dos alumnos por equipo que pasaran a realizar cada experimento como se observa en la Figura 3, y que los alumnos encontraran los resultados del experimento.

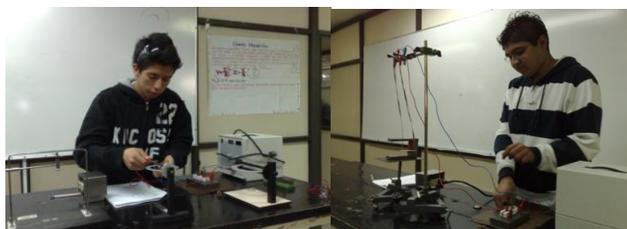


FIGURA 2. Imágenes de los estudiantes al realizar los experimentos propuestos en la práctica.

Los resultados obtenidos se anotaron en el pizarrón, para validar los conceptos aprendidos, mientras los demás alumnos compararon y analizaron sus predicciones con los resultados obtenidos en cada experimento completando una nueva Hoja de Resultados (idéntica a la Hoja de Predicciones). Al término de la práctica se realizó una discusión sobre los conceptos físicos involucrados en esta.

Después de dos semanas se realizó la siguiente práctica con la estrategia didáctica CDI, y se procedió de la misma manera que con la primera práctica, para completar los temas de Magnetismo. El desarrollo de la segunda práctica fue más fluido e independiente. Se trabajó en una sesión de 1:40 horas de acuerdo al horario escolar asignado a la materia de Física IV en cada grupo. Después de realizadas las prácticas, se continuó con el temario para reafirmar los conceptos aprendidos en la práctica dos.

Por otra parte, de manera simultánea, se desarrolló el proceso didáctico con el formato de instrucción tradicional en los grupos de control con ayuda de otros maestros de la escuela. Las actividades realizadas consistieron en el análisis de información de los fundamentos del Magnetismo, la solución de problemas de estructura similar a la que contienen los libros de texto de Física, prácticas de laboratorio con el formato tradicional, considerando la exposición por parte del docente. Se usó el mismo número de sesiones que en el desarrollo de las CDI.

Para cubrir los temas de Magnetismo que vienen en el programa se emplearon aproximadamente cuatro semanas en la implementación de la estrategia CDI. Y esto depende de las actividades escolares, lo cual sucede en todos los grupos sean experimentales o de control. Una vez que terminamos de exponer los temas de Magnetismo se aplicó otra vez a los cuatro grupos de esta investigación el examen de diagnóstico como postest (ver Apéndice).

III ANALÍISIS DE RESULTADOS

Como se mencionó también en la sección anterior, se aplicó un examen diagnóstico de 14 ítems como pretest y como postest a 4 grupos del CECYT Wilfrido Massieu del IPN, dos tomados como experimentales y dos como grupos de control. A continuación se realizará el análisis de los datos obtenidos de los exámenes de diagnóstico.

TABLA I. Resultados obtenidos en el cuestionario de diagnóstico inicial (pretest) y final (postest) por los grupos experimentales y de control

	Grupo	Promedio del Pretest	Promedio del Postest
Experimental	6IM2	46.41	64.53
Experimental	6IM6	43.24	65.84
Control	6IM9	46.41	49.48
Control	6IM15	41.73	45.51

En general, considerando el promedio obtenido en los 4 grupos en el pretest, observamos que los resultados fueron similares. En el grupo 6IM2 experimental se obtuvo 46% de aciertos en el pretest, en el grupo 6IM6 experimental 43%, en el grupo 6IM9 de control se obtuvo un 46% y en el grupo 6IM15 de control, el 41%. De acuerdo a los datos que se observan en la Tabla I basados en los resultados del pretest, podemos afirmar que el nivel de conocimientos de partida de los estudiantes en todos los grupos puede ser considerado similar.

De igual manera vemos que después de aplicar el examen de diagnóstico, todos los alumnos solo tienen ciertos conocimientos del tema de Magnetismo como se aprecia en la Tabla II, en donde mostramos solo los aciertos obtenidos por pregunta de cada grupo.

TABLA II. Resultados obtenidos de los aciertos por pregunta en el cuestionario de diagnóstico inicial por los grupos experimentales y de control.

Grupo	Alumnos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14
6IM2	26	a) 22 b) 21	1	21	10	25	23	9	14	3	6	1	2	4	21
6IM6	36	a) 29 b) 29	1	29	11	35	34	17	8	4	6	0	0	3	32
6IM9	29	a) 22 b) 26	2	26	11	25	26	13	15	3	4	0	2	4	20
6IM15	32	a) 22 b) 29	0	27	2	29	22	14	14	3	2	2	4	9	25
Total	123	a) 95 b) 105	4	103	34	114	105	53	51	13	18	3	8	20	98

Debido a lo anterior también vemos en la Tabla II que las preguntas con mayores aciertos fueron: La pregunta 1 en sus dos incisos, la pregunta 3, la pregunta 5, la pregunta 6, y la pregunta 14. Las preguntas del cuestionario están relacionadas con las ideas previas de los alumnos y con los conocimientos adquiridos en la materia de Física III. Por esta razón se puede afirmar que los conocimientos previos de los alumnos en el tema de Magnetismo son escasos.

A continuación se presentan en detalle los resultados obtenidos para la ganancia de Hake g del cuestionario completo, tanto en los grupos de control como en los experimentales.

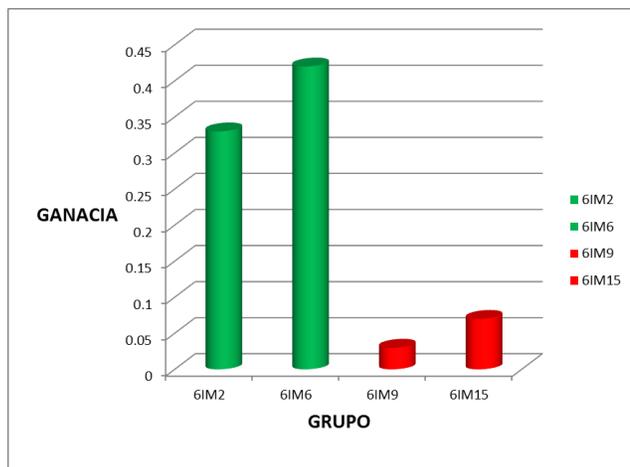
La Tabla III nos presenta los resultados de la ganancia g para los grupos de control 6IM9 y 6IM15 en los cuales se usó una enseñanza tradicional y que en la Gráfica 1 se muestra con barras de color rojo y para los grupos experimentales 6IM2 y 6IM6 que en la Gráfica 1 se muestra con barras de color verde, en los cuales se usó la metodología propuesta en este trabajo.

TABLA III. Resultados obtenidos para la ganancia g en el cuestionario por los grupos experimentales y de control.

	GRUPO	GANANCIA
Experimental	6IM2	0.33
Experimental	6IM6	0.41
Control	6IM9	0.03
Control	6IM15	0.07

Podemos observar que la ganancia g del grupo de control 6IM9 es de 0.03 y la ganancia g del grupo de control 6IM15 es de 0.07 siendo ambas ganancias bajas, esto es, cumplen que $g \leq 0.3$. Para el grupo experimental 6IM2 la ganancia g es de 0.33 y la ganancia g del grupo experimental 6IM6 es de 0.4, y ambas alcanzan el nivel medio $0.3 \leq g \leq 0.7$ de ganancia en los test aplicados [9]. En estos resultados se observa que fue mejor el desempeño de los estudiantes de los grupos experimentales en donde se implementó la metodología CDI.

Como podemos observar en la Gráfica 1, las diferencias de calificaciones para todos los ítems entre los grupos experimentales y los grupos de control son significativas. Esto nos indica que los grupos experimentales obtienen mejores resultados en el cuestionario de evaluación sobre el aprendizaje del Magnetismo. En particular, se observa una mejora notable, y por lo tanto los resultados obtenidos en los grupos experimentales apoyan la posibilidad de mejorar el aprendizaje del tema de Magnetismo con la propuesta de enseñanza de este trabajo.



GRÁFICA 1. Resultados de ganancia g obtenida por los grupos experimentales (verde) y de control (rojo) en el pretest como en el postest.

Cabe mencionar que en algunos de los resultados obtenidos en el cuestionario puede influir la especialización de cada grupo debido a que ya han tenido algún acercamiento a los temas cuestionados en cada pregunta, y por lo tanto es probable que obtengan un mejor resultado. Por ejemplo el grupo experimental 6IM6 que pertenecían a la especialidad de Técnicos en Instalaciones y Mantenimiento Eléctrico, ya han cursado la materia de Electrotecnia de Corriente

Alterna, en donde se ven algunos temas relacionados con el Magnetismo. De igual forma el grupo de control 6IM9 que pertenecía a la especialidad de Técnicos en Telecomunicaciones, y ya han cursado la materia de Electrotecnia de Corriente Directa y Corriente Alterna en donde se ve los principios del Magnetismo. En cambio el grupo experimental 6IM2 pertenecía a la especialidad de Técnicos en Procesos Industriales, debido a esto no han cursado materias en donde se imparten temas relacionados con los principios del Magnetismo. Como en el grupo de control 6IM15 que pertenecía a la especialidad de Técnicos en Construcción, que no han cursado materias en donde se imparten temas relacionados con los principios del Magnetismo. Pero en los cuatro grupos tiene ideas previas del Magnetismo adquiridos en su vida cotidiana.

IV CONCLUSIONES

En este trabajo presentamos los resultados del diseño e implementación de una serie de Clases Demostrativas Interactivas para el aprendizaje del tema de Magnetismo enfocadas a alumnos del sexto semestre del nivel bachillerato del IPN. Esta investigación tiene la finalidad de obtener resultados sobre la factibilidad de la aplicación de la metodología y la eficiencia en el logro del aprendizaje del tema de Magnetismo.

Para determinar el nivel de conocimientos previos con los cuales llegaron los alumnos se utilizó el promedio obtenido por los 4 grupos en el pretest. En la Tabla I se presentaron los resultados del pretest de los cuales concluimos que en promedio los alumnos llegaron al curso de Física IV con el mismo nivel de conocimiento sobre el tema de Magnetismo. A partir de lo anterior se puede comentar que fue posible implementar de forma exitosa la metodología de CDI en la enseñanza del tema de Magnetismo en el bachillerato. Se diseñaron dos prácticas de laboratorio en base al programa de Física IV del IPN, para su elaboración consideramos las características de la metodología CDI y los resultados obtenidos en el pretest.

Para el cuestionario completo, en la Tabla III mostramos los resultados obtenidos para el factor de Hake en los grupos experimentales y de control. Con base en los resultados obtenidos del pretest y postest podemos concluir que los grupos experimentales obtuvieron una mayor ganancia de Hake g comparada con la obtenida por los grupos de control. Por lo tanto, podemos afirmar que los estudiantes del grupo experimental logran una mejor comprensión de los conceptos básicos del Magnetismo.

Cabe mencionar que en algunos de los resultados obtenidos en los cuestionarios (en el pretest o el postest) puede influir la especialización técnica de cada uno de los grupos que participaron en esta investigación, debido a que algunos estudiantes ya han tenido algún acercamiento a temas relacionados con el Magnetismo, y por lo tanto es probable que obtengan un mayor número de aciertos en los cuestionarios usados en este trabajo. Los grupos 6IM6 y 6IM9 son de especialidades en las cuales cursan materias relacionadas con el Magnetismo, mientras que los grupos

6IM2 y 6IM15 tienen especialidades en las cuales las materias que cursan no contienen temas relacionados con el Magnetismo.

También logramos que los alumnos aplicaran el ciclo POE (modificación del ciclo PODS original), este proceso se utilizó durante el ciclo de aprendizaje que incluyó predicciones, discusiones en pequeños grupos, observaciones y comparaciones de las predicciones con los resultados observados. Después de la aplicación de la metodología CDI los alumnos manifestaron haber aprendido mejor utilizando esta metodología en comparación con la aplicación de un diseño metodológico tradicional.

Por otro lado, la estrategia de las CDI fue eficiente para lograr una mejor comprensión por parte de los alumnos del tema de Magnetismo, no sólo para un aprendizaje conceptual y procedimental del tema, sino también para favorecer las actitudes hacia el aprendizaje de la ciencia.

En este sentido los alumnos de los grupos experimentales comentaron que se aprende más con la estrategia didáctica CDI, ya que algunos estudiantes hicieron comentarios como:

“con este método podemos usar todo el material de la practica y no solo verlo como antes y también todos podemos participar”.

Otro de los comentarios de los alumnos al respecto fue:

“si así me hubieran enseñado Física I, con estos pasos no la hubiera reprobado”.

El cuestionario diseñado analiza conceptos básicos del Magnetismo, la interacción magnética entre imanes y cargas eléctricas. Después de haber recibido el curso de Magnetismo, observamos que la mayoría de los alumnos tienen diferentes dificultades en su aprendizaje. A través de las respuestas que dan los alumnos para contestar a estas preguntas se pone de manifiesto el hecho de que los estudiantes no comprenden con profundidad este tema.

Aunque la gran mayoría de los alumnos identifican que el imán es una fuente del campo magnético, no sabe justificarlo de forma coherente con el marco de la Física. No identifica que el campo magnético solo actúa sobre cargas en movimiento, como en la pregunta 8 para la cual la ganancia de los cuatro grupos es baja, donde se observa que en los grupos experimentales se obtienen ganancias de $g = 0.17$ y de $g = 0.29$, siendo bajas, pero los grupos de control obtienen ganancia negativas $g = -0.06$ y de $g = -0.44$, es decir que sus ideas previas eran más apropiadas que los conocimientos obtenidos en el curso.

Muchos de los estudiantes no comprenden la diferencia entre el campo electrostático y el campo magnético, fundamentalmente en lo que se refiere a sus efectos, como en la pregunta 2, en donde los resultados de las ganancias g de los grupos de control son de $g=0.04$ y $g=0.0$ respectivamente, y la ganancias g de los grupos experimentales son de $g=0.08$ y $g=0.09$, que son ganancias bajas.

Además observamos que a los alumnos se les dificulta establecer una relación cuantitativa entre el comportamiento del campo magnético que se crea alrededor de un conductor y la corriente que lo atraviesa, como en la pregunta 13, para la cual los resultados muestran que en los grupos

experimentales las ganancias g fueron medias, de $g = 0.64$ y de $g = 0.52$ respectivamente. Pero en los grupos de control se obtuvieron ganancias de $g = 0.16$ y de $g = 0$ que son bajas.

Del análisis anterior podemos afirmar que los alumnos manifiestan una baja comprensión de algunos conceptos del tema de Magnetismo aun después de recibir un curso formal sobre este tema, pero los resultados son mejores cuando se usa la estrategia CDI en su enseñanza.

Al desarrollar esta estrategia tanto en el laboratorio como en el salón de clases observamos que a los estudiantes de los grupos experimentales se les despertó la curiosidad, y frecuentemente se preguntaban ¿que pasara? cada vez que realizábamos experimentos. Además se fomentó la intención de discutir cuando no estaban de acuerdo con las predicciones de los demás. Sin duda estas actitudes de los alumnos ayudan en su aprendizaje de la Física.

Debemos resaltar que solamente se implementó con esta estrategia algunos temas de Magnetismo en las prácticas diseñadas debido que se necesita un mayor tiempo para aplicar y desarrollar las mismas.

Resumiendo los resultados previos muestran una clara diferencia entre los grupos experimentales y los de control. Por lo que en el tema de Magnetismo, es posible diferenciar claramente la eficiencia de la estrategia de las CDI con respecto a la enseñanza tradicional.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por CONACYT-México, EDI-IPN, COFAA-IPN y por los proyectos de investigación SIP-20131340

REFERENCIAS

- [1] Pfundth, H. and Duit, R., *Students' and Teachers' conceptions and Science Education*, (Universität Kiel, Germany, 2004).
- [2] McDermott, L. y Redish, E. *Resource letter: PERI: Physics Education Research*, Am. J. Phys. **67**, 755-767 (1999).
- [3] Sokoloff, D. et al., *Active Learning in Optics and Photonics*, First edition, (UNESCO, Paris France, 2006), p. 10.
- [4] Mora, C., *Fundamentos del aprendizaje activo de la Física*. Memorias del V Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias y X Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física. La Habana, Cuba. Marzo 17-21 (2008).
- [5] Slisko, J. y Medina Hernández, R., *Un curso de mecánica clásica sin conferencias magisteriales: objetivos, elementos del diseño y efectos en los estudiantes*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **1**, 51-61 (2007).
- [6] Thornton, R. K. and Sokoloff, D., *Using Interactive Lecture Demonstration to create an Active Learning Environment*, The Physics Teacher **35**, 340-347 (1997).
- [7] Guisasola, J., Almudí, J. M. y Zubimendi, J. L., *Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios*

Guadalupe Yolanda Ramírez, A. López Ortega, Mario H. Ramírez
 en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos
 de enseñanza. Enseñanza de las Ciencias **21**,79-94 (2003).
 [8] Maloney D. P., O’Kuma, T. L., Hieggelke, C. J. and Van
 Heuvelen, A., *Surveying students’ conceptual knowledge of
 electricity and magnetism*, Am. J. Phys. Suppl. **69**, S12-S23
 (2001).
 [9] Hake, R. R., *Interactive-engagement versus traditional
 methods: A six-thousand-student survey of mechanics test
 data for introductory physics courses*, Am. J. Phys. **66**, 64-
 74 (1998).

APENDICE

Examen de diagnóstico Magnetismo¹

Instrucciones: Contesta solamente en la hoja de respuestas
 tachando la respuesta correcta a cada pregunta.
 En las preguntas 1, 2 y 3, puede seleccionar una o más
 opciones.

1.- ¿Cuáles de los siguientes objetos son atraídos por un
 imán?

- a) **Monedas de hierro**
- b) **Clip para papel**
- c) Peine
- d) Bolsa de papel

2.- Una canica de madera con carga Q positiva:

- a) **Genera un campo eléctrico**
- b) Genera un campo magnético
- c) Genera un campo eléctrico y un campo magnético
- d) No genera ni campo eléctrico, ni campo magnético

3.- Una canica de hierro sin carga eléctrica, pero
 magnetizada:

- a) Genera un campo eléctrico
- b) **Genera un campo magnético**
- c) Genera un campo eléctrico y un campo magnético
- d) No genera ni campo eléctrico, ni campo magnético

4.- En un deshuesadero de autos viejos se suele utilizar un
 potente electroimán para mover los coches. El electroimán:

- a) Atrae por igual a todas las partes metálicas del coche,
 cualquiera que sea su naturaleza (hierro, cinc, aluminio,...,
 etc.)
- b) A las partes metálicas de hierro las atrae y a las otras las
 repele
- c) A las partes metálicas de hierro las atrae y sobre las otras
 no ejerce ninguna acción
- d) **Atrae más a las partes de hierro que a las otras partes
 metálicas del coche**

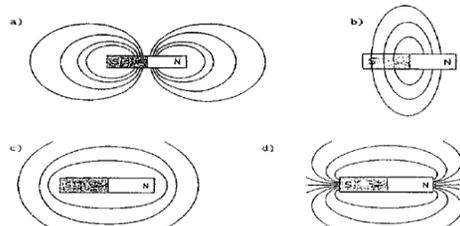
¹ En este caso se resaltan en negritas las respuestas correctas.
 Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 7, No. 1, March 2013

5.- ¿Qué pasará si se ponen dos imanes juntos como muestra
 en la siguiente figura?



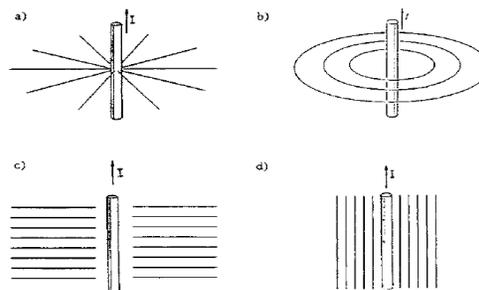
- a) Se atraen
- b) **Se repelen**
- c) No pasa nada

6.- De los siguientes dibujos, ¿cuál describe correctamente
 las líneas de fuerza del campo magnético de un imán?



**La respuesta correcta para la pregunta 6 es la opción
 “d”.**

7.- De los siguientes dibujos, ¿cuál describe correctamente
 las líneas de fuerza del campo magnético de una corriente
 continua rectilínea de intensidad I en un conductor recto?

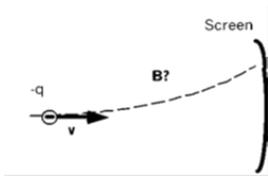


**La respuesta correcta para la pregunta 7 es la opción
 “b”.**

8.- ¿Qué sucede con una carga positiva que se coloca en
 reposo en un campo magnético uniforme? Un campo
 uniforme es aquel cuya fuerza y la dirección son los mismos
 en todos los puntos.

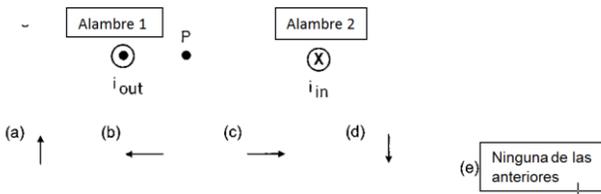
- a) Se mueve con una velocidad constante ya que la fuerza
 tiene una magnitud constante
- b) Se mueve con una aceleración constante debido a que la
 fuerza tiene una magnitud constante.
- c) Se mueve en un círculo a una velocidad constante ya que
 la fuerza es siempre perpendicular a la velocidad
- d) Se acelera en un círculo ya que la fuerza es siempre
 perpendicular a la velocidad
- e) **Permanece en reposo ya que la fuerza y la velocidad
 inicial es cero**

9.- Un electrón se mueve horizontalmente hacia una pantalla. El electrón se mueve a lo largo de la ruta que se muestra, causada por una fuerza magnética debida a un campo magnético. ¿En qué dirección apunta el campo magnético?



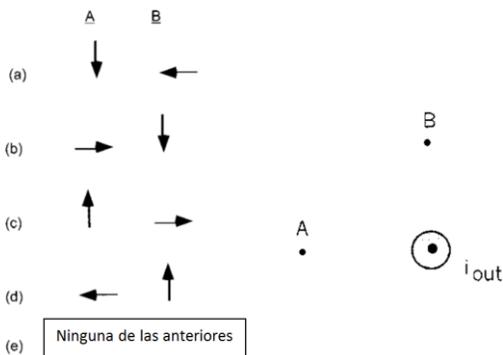
- a) A la parte superior de la página
- b) A la parte inferior de la página
- c) Dentro de la página
- d) **Fuera de la página**
- e) El campo magnético está en la dirección de la trayectoria de la curva.

10.- El alambre 1 tiene una corriente que sale de la página, como se muestra en el diagrama. El alambre 2 tiene una corriente que entra a la página. ¿Qué dirección tendrá el campo magnético en el punto P?



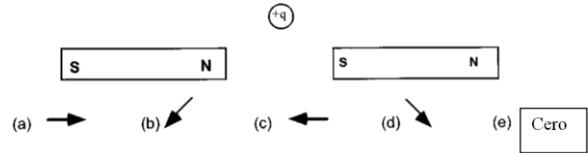
La respuesta correcta para esta pregunta es la opción "a".

11.- El diagrama muestra un alambre con una i , (\bullet) la corriente eléctrica sale del papel. ¿En qué dirección se dirigirá el campo magnético de situarse en las posiciones A y B?



Siendo la respuesta correcta de esta pregunta el inciso "a".

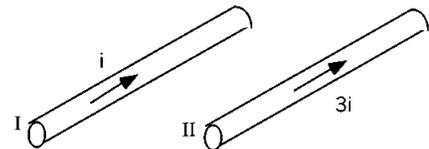
12.- Una partícula cargada positivamente $+q$ está en reposo, y se encuentra entre dos imanes de barra que también están en reposo, el imán de la izquierda produce un campo magnético tres veces más intenso que el de la derecha. ¿Qué opción de abajo representa mejor la fuerza magnética resultante ejercida por los imanes en la carga?



Siendo la respuesta correcta de esta pregunta el inciso "e".

13.- Dos alambres paralelos I y II que están cerca uno del otro y llevan corrientes uno de i y el otro de $3i$ en la misma dirección. Comparar la fuerza de los dos cables que ejercen entre sí.

- a) El alambre I ejerce una fuerza mayor sobre el alambre II
- b) El alambre II ejerce una fuerza mayor sobre el alambre I
- c) **Los alambres ejercen igual fuerza de atracción entre sí**
- d) Los alambres ejercen igual fuerza de repulsión uno del otro
- e) Los alambres no ejercen fuerzas entre sí



14.- ¿Qué debe suceder para que en un electroimán se produzca un campo magnético?

- a) Se debe calentar
- b) Debe tocar otro imán
- c) Debe ser alineado con el campo magnético de la Tierra
- d) **Debe estar conectado a una fuente eléctrica (FEM)**

Examen de diagnóstico Magnetismo. Hoja de respuestas

Nombre: _____

Grupo: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Instrucciones: Solo contesta en esta hoja de respuestas, tachando la respuesta correcta a cada pregunta.

- 1.- a), b), c), d)
- 2.- a), b), c), d)
- 3.- a), b), c), d)

Guadalupe Yolanda Ramírez, A. López Ortega, Mario H. Ramírez

- 4.- a), b), c), d)
- 5.- a), b), c)
- 6.- a), b), c), d)
- 7.- a), b), c), d),
- 8.- a), b), c), d), e)
- 9.- a), b), c), d), e)
- 10.- a), b), c), d), e)
- 11.- a), b), c), d), e)
- 12.- a), b), c), d), e)
- 13.- a), b), c), d), e)
- 14.- a), b), c), d)