



Ambientes lúdicos para la enseñanza del electromagnetismo en el bachillerato

**María del Rosario Adriana Hernández Martínez,
Mirna Villavicencio Torres**

*Departamento de Física. Facultad de Ciencias. Universidad
Nacional Autónoma de México. México, 04510, Cd. de México.*

E-mail: rosario.hernandez@enp.unam.mx

(Recibido el 3 de abril de 2015, aceptado el 5 de mayo de 2017)

Resumen

La enseñanza del electromagnetismo en el bachillerato presenta algunos problemas principalmente por el nivel de abstracción de los conceptos que involucra y las herramientas matemáticas que se necesitan para su estudio formal. Esto lleva a la renuencia y el rechazo de los alumnos para estudiar esta área de la física, a pesar de que se encuentra estrechamente ligada con la tecnología que usan cotidianamente. Así pues, se necesita crear un ambiente de enseñanza que aumente la motivación y entusiasmo de los estudiantes por el aprendizaje de los conceptos básicos del electromagnetismo. En este trabajo se presenta una estrategia didáctica basada en el juego, una de las actividades que el hombre ha realizado desde que empezó a relacionarse, en la que se desarrollan actividades experimentales lúdicas, fácilmente reproducibles por el estudiante con materiales a su alcance, que permiten discutir algunos conceptos básicos del electromagnetismo y sus aplicaciones. Por otra parte, al solicitar a los estudiantes que trabajen en equipos se favorece el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas entre pares. En esta estrategia también se pide a los estudiantes que desarrollen y presenten un proyecto final, haciendo uso de actividades lúdicas, lo que no solo permite propiciar un aprendizaje basado en competencias sino también determinar cuáles son sus intereses y el grado de comprensión de los conceptos básicos del electromagnetismo que han alcanzado.

Palabras clave: Educación a nivel bachillerato, enseñanza del electromagnetismo, ambientes lúdicos de aprendizaje, desarrollo de proyectos.

Abstract

Teaching electromagnetism in high school presents some problems, mainly due to the level of abstraction of the involved concepts and the mathematical tools needed for a formal study. These facts lead to the reluctance and refusal of students to study this area of physics, although it is closely related with the technology they use every day. So, it is necessary to create a learning environment that increases the motivation and enthusiasm of students to learn the basic concepts of electromagnetism. In this paper, we present a teaching strategy, based on the game, in which ludic experimental activities are developed. These activities, which allow the teacher to present and discuss some basic concepts of electromagnetism and its applications, are easily reproducible by the student with materials at hand. In addition, by asking students to work in teams the collaborative work and the exchange of ideas among peers are improved. In this strategy, we also ask the students to develop and submit a final project in which ludic activities are required. The project-based learning not only encourages a competency-based learning but also allow the teacher to determine students' interests and their level of understanding.

Keywords: High school level education, teaching of electromagnetism, ludic activities, project based learning.

PACS: 01.40.gb, 03.50.De, 41.20.-q

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Los cursos de Física que se imparten en el nivel medio superior tienen como uno de sus objetivos el que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios para decir que posee una cultura científica básica que le permitirá comprender a la sociedad a la que pertenece y entender el rápido desarrollo y evolución de la tecnología que le rodea. En este sentido, el mejoramiento de la enseñanza del electromagnetismo en este nivel educativo es esencial dado que los conceptos básicos inherentes a esta área de la física constituyen la base de numerosas aplicaciones tecnológicas

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 11, No. 2, June 2017

que actualmente son utilizadas cotidianamente por los estudiantes.

Por otra parte, uno de los problemas a los que el profesor de Física se enfrenta día a día es la falta de interés que los estudiantes manifiestan en clase, lo que le lleva a la búsqueda de estrategias didácticas innovadoras que motiven al estudiante no sólo al estudio de su asignatura, sino que también lo conviertan en un estudiante participativo.

Dos puntos que el docente puede utilizar a su favor para motivar a los alumnos en el estudio de la Física son las

númerosas aplicaciones que el electromagnetismo tiene y la rapidez con la que los adolescentes aprenden el funcionamiento práctico del teléfono celular, las tabletas, los dispositivos electrónicos, los aparatos electrodomésticos, etc.; sin olvidar que la motivación no sólo debe de estar dirigida a aquellos estudiantes interesados en seguir una carrera científica sino que debe incluir a aquellos que consideran a la física y a las matemáticas como difíciles de comprender.

En este trabajo, se presenta una estrategia didáctica en la que se diseñaron e implementaron algunas actividades experimentales lúdicas, que pueden utilizarse como una herramienta en la enseñanza del electromagnetismo en el nivel medio superior. En estas actividades se consideraron no sólo los conocimientos disciplinarios que el alumno debe adquirir, sino también se hace uso de los elementos metodológicos que permiten interesarlo y motivarlo en el estudio de este tema.

La aplicación de esta propuesta didáctica en clase permite que el estudiante alcance una adecuada comprensión de los conceptos fundamentales del electromagnetismo y de las aplicaciones de éste en su vida diaria, lo cual consideramos es mucho más importante que la memorización de leyes, relaciones, definiciones, fórmulas y datos, utilizados para resolver problemas numéricos sin relevancia alguna y sin relación con él, lo que constituye el método de enseñanza seguido tradicionalmente por gran cantidad de profesores de Física.

Cabe mencionar, que en las secuencias didácticas que se implementan en nuestra propuesta se hace énfasis en el aspecto cualitativo más que en el cuantitativo, buscando dar prioridad al entendimiento de los conceptos físicos, su origen y sus conexiones, aunque esto no significa, de ninguna manera, que se descarta el uso de las matemáticas, sino por el contrario, éstas se utilizan una vez que se han entendido las ideas físicas involucradas.

Por otra parte, debemos mencionar que es de suma importancia para la implementación de las actividades lúdicas en clase el que exista una buena relación profesor-alumno pues de ella depende que el estudiante participe en clase y fuera de ella. La interacción del profesor con sus alumnos, su actitud ante el grupo y el material que pretende enseñar y su comportamiento en clase, pueden motivar o por el contrario desmotivar a los alumnos a ser partícipes de la construcción de su propio conocimiento.

II. MARCO TEÓRICO

Una parte muy importante de la educación es la selección que hace el docente de la metodología de enseñanza que empleará con el objetivo de que el conocimiento perdure y vaya acorde con el contexto de los estudiantes [1].

Por tal motivo, hemos considerado que los puntos esenciales que deben ser incluidos en la estrategia didáctica que se presenta son: la motivación, el desarrollo de actividades lúdicas y el trabajo colaborativo de los estudiantes en la realización de estas actividades y de proyectos finales en los que se aplican los conocimientos adquiridos.

A. La motivación en el aula

La definición de motivación como “el conjunto de procesos implicados en la activación, dirección y persistencia de la conducta” [2] es la que más se ajusta a los objetivos de nuestra propuesta didáctica.

La motivación favorece la relación de los estudiantes con el medio que los rodea y fomenta en ellos una participación social competente. La motivación puede además llevar a que los alumnos desarrollen habilidades sociales que les ayuden a expresar: sentimientos, actitudes, conductas de seguridad, confianza, independencia y autonomía, valoración positiva y alta autoestima, actitud de tolerancia, respeto, comprensión, amistad, cooperación y servicio [3], lo cual favorece el trabajo colaborativo y permite que el aprendizaje se desarrolle en un ambiente de armonía y compañerismo, en donde docente y estudiantes trabajan pensando en lograr un fin común.

Es claro que la motivación y la actitud del profesor ante su labor docente, así como su capacidad para motivar a los estudiantes juegan un papel de gran relevancia en la enseñanza de la Física, pues no hay nada que desanime más a los estudiantes a participar en clase que un profesor que no se muestra dispuesto a interactuar con su grupo y tiene una actitud de apatía con respecto a lo que pretende enseñar.

Debemos mencionar que la motivación no es inmutable, ni permanente, pues depende no sólo del significado de la actividad que se esté realizando, sino también de saber cómo afrontar las tareas de aprendizaje y, en particular, las dificultades que se encuentran el docente y sus estudiantes a lo largo de la implementación de las actividades. Es decir, el profesor deberá ir adaptando el contenido y desarrollo de las actividades, de forma que la motivación se mantenga de forma continua y esté presente tanto al inicio de la presentación de un nuevo tema, como en el desarrollo de la clase y en las actividades que se deja a los estudiantes como proyectos y tareas.

Debido a que, como hemos mencionado, la motivación debe mantenerse desde el inicio hasta el final, el profesor debe plantearse un triple objetivo en su acción motivadora [4]:

- a) suscitar el interés
- b) dirigir y mantener el esfuerzo
- c) lograr el objetivo de aprendizaje

Tapia [5] propone tres momentos para motivar el proceso de aprendizaje:

- a) Al comienzo de las actividades de aprendizaje, momento en que los profesores deben activar la intención de aprender y en el que es especialmente importante despertar la curiosidad por lo que se va a enseñar. En esta etapa el docente deberá ayudar a los alumnos a relacionar el problema a trabajar y los contenidos a aprender con lo que ya saben y mostrarles para qué puede servir aprenderlo, generando así el interés por conseguir metas que conforman un desafío favorecedor del desarrollo personal.
- b) Durante las actividades de aprendizaje en clase o en casa, momento en que los profesores deben conseguir

que la atención de los alumnos se mantenga focalizada en el proceso y progreso del aprendizaje, más que en los resultados.

- c) A lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje o al final del mismo, justo en los momentos en los que se evalúan los logros de los alumnos. Dado el enorme impacto de las situaciones de evaluación en la motivación se debe evitar que éste sea negativo.

Tomando en cuenta lo anterior, las secuencias didácticas incluidas en nuestra propuesta incluyen las siguientes fases: (1) una actividad motivadora, relacionada con los intereses particulares de los alumnos y con su vida cotidiana, (2) el desarrollo de una actividad lúdica que conduzca a la discusión de los conceptos que se quiere el estudiante comprenda, y por último (3) un cierre con una evaluación que fomente la creatividad de los alumnos y el desarrollo de sus habilidades de comunicación al pedirles que expliquen a todo el grupo lo aprendido.

Ahora bien, es importante resaltar la flexibilidad y disposición al cambio que debe darse en el profesor al pasar de una clase magistral a una clase en la que se incluyan actividades lúdicas, que al mismo tiempo que motivan al estudiante le llevan a adquirir experiencias significativas que favorecen el proceso de aprendizaje y que le llevan a interesarse en el estudio de la física y en particular del electromagnetismo.

B. Las actividades lúdicas

En el libro “Homo Ludens” de Johan Huizinga [6], se presenta la siguiente definición de juego: *Acción u ocupación libre, que se desarrolla dentro de unos límites temporales y espaciales determinados, según reglas absolutamente obligatorias, aunque libremente aceptadas, acción que tiene un fin en sí misma y va acompañada de un sentimiento de tensión y alegría y de la conciencia de ser de otro modo en la vida corriente.*

Por otro lado, según Vigotsky [7]: *“El juego es una realidad cambiante y sobre todo impulsora del desarrollo mental del niño”,* por lo que a través del juego el individuo construye su aprendizaje y su propia realidad aumentando lo que se llama su zona de desarrollo próximo, definiendo a esta última como la distancia entre el nivel de desarrollo cognitivo real - es decir, la capacidad adquirida hasta ese momento para resolver problemas de forma independiente sin ayuda de otros- y el nivel de desarrollo potencial, o la capacidad de resolver con la orientación de un adulto o de otros pares más capaces.

Así pues, el desarrollo de actividades lúdicas es un medio que permite construir escenarios de interacción comunicativa donde cada participante tiene un rol en el que debe seguir reglas y normas que ha aceptado con libertad, autonomía y responsabilidad, acciones que le permiten descubrir sus habilidades y potenciar su creatividad y capacidad de asombro, las cuales son habilidades básicas en el trabajo científico. El juego implica “ser” y “hacer”, lo que requiere de la participación activa e integral de quien es parte de él al permitirle explorar y experimentar a partir de sensaciones, movimientos y de la interacción con los demás y con la

realidad exterior. Esta continua participación permite a quien juega estructurar de forma progresiva su aprendizaje sobre el tema sobre el que versa la actividad lúdica.

La adaptación, invención y socialización de los contenidos de los juegos, permite que los estudiantes desarrollen o incrementen acciones como: relacionar, describir, crear alternativas, comprender, establecer razones para validar o refutar, escuchar, dialogar, negociar, aceptar, diferenciar, entre otras. Estas acciones a su vez, están involucradas de forma directa en el proceso comunicativo mediante el cual se se dan a conocer los resultados de una investigación científica y que claramente evidencia el desarrollo de competencias comunicativas de tipo discursivo como interpretar, argumentar y proponer.

Jiménez [8] afirma que la lúdica debe apegarse a un diseño metodológico que consta de los puntos siguientes:

- Activación afectiva. Para iniciar una clase se necesita un clima afectivo, con un ambiente relajado, empático y con flexibilidad, lo cual se logra fácilmente recurriendo a actividades lúdicas.
- Indagación del conocimiento previo. Esto es, tomar en cuenta lo que se sabe y recurrir a estrategias diferenciadas, en donde se usen actividades lúdicas.
- Organización de las actividades de aprendizaje. La organización del grupo es importante y puede llevarse a cabo mediante el empleo de la lúdica

C. El profesor y el alumno en ambientes lúdicos

En un ambiente escolar de aprendizaje en el que se incorporan actividades lúdicas, los involucrados directos son el profesor y los estudiantes. El profesor diseña una estrategia acorde a su intencionalidad, es regulador y guía de las actividades -aunque en ocasiones también será sólo un observador, intermediario o un participante más, dependiendo de la actividad lúdica que se desarrolle. Por otra parte, los alumnos una vez que conocen y aceptan las reglas de la actividad lúdica pueden participar o intervenir en el diseño y elección de las estrategias. Sin embargo, lo más importante es que en el desarrollo de las actividades todos los participantes se diviertan, compartan ideas, disfruten y aprendan manteniendo al mismo tiempo una motivación constante.

D. Recursos en los ambientes lúdicos de aprendizaje

Existe una gran variedad de recursos que nos permite incorporar actividades lúdicas en el proceso de enseñanza. Según Velázquez [9], éstos se clasifican en concretos, visuales, auditivos, audiovisuales y tecnología multimedia. En los ambientes lúdicos de aprendizaje, más que el ¿con qué?, importa el ¿cómo?, ya que uno de los componentes que lo caracteriza es la flexibilidad propia del pensamiento creativo.

En las actividades lúdicas, que se describirán más adelante se emplearon una gran variedad de recursos, para lograr un aprendizaje significativo en la interpretación de Ausubel.

E. El trabajo colaborativo o la interacción en grupo para el desarrollo de actividades lúdicas y de proyectos

El fomentar en clase la interacción en grupo es una buena estrategia didáctica cuando se quiere que los estudiantes trabajen en colaboración para alcanzar objetivos comunes. En este caso, los educandos se benefician de esta interacción de tres maneras: compartiendo ideas, comprendiendo apropiadamente y articulando su pensamiento.

El que los estudiantes expongan sus ideas ante el grupo es tal vez el resultado más importante de la interacción, ya que esto facilita el proceso de formación del conocimiento. Los alumnos aprenden a pensar en colaboración, edificando sobre el entendimiento de los otros y negociando los significados cuando sus ideas difieren, en este sentido estaríamos también fomentando no sólo el trabajo colaborativo sino también el aprendizaje entre pares.

Ya que después de que la comprensión es desarrollada en un medio social, ésta es internalizada de manera individual [10], el compartir ideas ayuda a los alumnos a aprender a pensar, cómo pensar e interactuar productivamente con otros.

Cuando los alumnos se apropian de una idea, desarrollando nuevos significados como resultado directo de la interacción, tomando ideas de otros y edificando sobre ellas, el aprendizaje es significativo como dice Ausubel.

F. Formas Narrativas como herramienta en la enseñanza

En la enseñanza de la Física, es común que el docente presente una clase expositiva en la que el alumno asume una actitud pasiva. Sin embargo, existen herramientas novedosas, como la narrativa, que permiten transmitir conceptos, teorías, leyes etc. al mismo tiempo que se hace participe al estudiante de la construcción de su conocimiento, permitiéndole además desarrollar su creatividad y diversas competencias como la expresión oral y escrita.

Según Bruner [11] el conocimiento narrativo es más que una expresión emotiva: es una forma legítima de conocimiento razonado. Bruner llamó al modo tradicional de conocimiento lógico-científico como cognición paradigmática, y al conocimiento en forma de cuento o historia como cognición narrativa.

Hay muchos autores que recomiendan el uso de cuentos para la educación en ciencias. Solomon [12] cree que introducir cuentos sobre la historia de la ciencia contribuye a crear una cultura científica popular, que sería de provecho para que los alumnos comprendieran las teorías científicas, por lo que los alumnos pueden adquirir mayor conocimiento de la ciencia a través de la vía narrativa que de las definiciones precisas de los temas científicos.

Para Negrete [13], la narrativa provee de una herramienta precisa para representar y transmitir conocimiento y es un detonador emocional efectivo, una estructura mnemónica de largo plazo y un potenciador importante de aprendizaje.

Ahora bien, la presentación de información científica a través de cuentos e historietas ilustradas, también llamadas cómics, constituye un recurso exitoso para la divulgación de la ciencia, ya que suelen ser una de las lecturas preferidas

por los alumnos. En ellos se incluye la narrativa y formas pictóricas de representación que facilitan el aprendizaje, gracias a los esquemas que los individuos poseen de ambos lenguajes, así como a la respuesta emocional que los recursos visuales y literarios evocan [14, 15].

La aplicación de esta nueva herramienta requiere de nuevas formas de evaluación por lo que puede emplearse el método RIRC [16] en el que la primera R corresponde a Recuento, es decir, se pide al estudiante que recuente la historia y se califica el número de principios activos, es decir, los conceptos que se pretende enseñar; la I corresponde a Identificación en donde a través de la respuesta a preguntas de opción múltiple se mide que tanto puede el estudiante identificar algún concepto; la segunda R corresponde a Recuerdo y la C a Comprensión. En esta última parte se necesita una comprensión del tema para así poder trasladarlo a situaciones similares.

III. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

En los cursos tradicionales de Física en los que predomina la clase magistral, es usual que los estudiantes presenten una actitud pasiva en la que se limitan a tomar apuntes de lo que expone el profesor y solamente participan en clase para asentir cuando el profesor pregunta si entendieron el tema, aunque esto no sea cierto. Al asumir que la Física es una ciencia complicada que sólo pocos pueden entender, muchos estudiantes consideran que comprendieron un tema cuando después de aprenderse de memoria una fórmula son capaces de aplicarla para resolver los problemas de tareas y exámenes, dando lugar a que presenten serias deficiencias conceptuales y poca habilidad para aplicar las herramientas que ya han adquirido en otros cursos.

En el caso particular de la enseñanza del electromagnetismo en el bachillerato, las cosas no son diferentes. Los alumnos adquieren un aprendizaje deficiente de los conceptos básicos, a pesar de que éstos se encuentran presentes en muchos aspectos de su vida cotidiana. Incluso, muchas veces les sorprende que el funcionamiento de la tecnología que utilizan a diario pueda ser explicado fácilmente utilizando los fundamentos del electromagnetismo. Así pues, es claro que si queremos mejorar la enseñanza de la Física en el nivel medio superior, y en especial la del electromagnetismo, es necesario el diseño de estrategias didácticas dirigidas a hacer participe al estudiante de la construcción de su propio conocimiento de una forma que le resulte natural y divertida.

La estrategia que se describe en este trabajo está dirigida a alumnos del primer año de bachillerato, por lo que sólo se busca proporcionar al alumno una visión introductoria del electromagnetismo enfatizando más en el aspecto cualitativo que en el cuantitativo. Con el fin de que los estudiantes adquieran la habilidad de interpretar y usar el conocimiento en situaciones no idénticas a aquellas en las que fue inicialmente adquirido, es necesario proporcionarles las herramientas adecuadas para que:

- Conozcan y comprendan los conceptos fundamentales del electromagnetismo.
- Comprendan las aplicaciones prácticas que tiene el electromagnetismo y las implicaciones sociales que ha tenido a lo largo de la historia.
- Comprendan la relación del electromagnetismo con otras áreas de la ciencia.
- Sean gestores de su propio conocimiento.
- Desarrollen la capacidad y la actitud necesarias para investigar, construir, aprender e innovar de forma individual y colectiva.
- Trabajen en equipo, desarrollando a la vez una autonomía intelectual y responsabilidad individual y colectiva.
- Adquieran las capacidades y estrategias cognitivas para la resolución de problemas.
- Adquieran competencias comunicativas.
- Sean capaces de buscar información en diferentes medios
- Dejen de ver a los textos y al profesor como la única fuente de información y conocimiento.
- Tengan una actitud positiva hacia la ciencia y en particular hacia la física y el electromagnetismo.

El propósito de todas las actividades que se propone sean realizadas en clase es evitar la tendencia espontánea a centrar el trabajo en el discurso ordenado del profesor, pues el éxito de las clases al aplicar esta estrategia didáctica depende en gran parte de la participación que se logre del alumnado.

Ya que para que los contenidos disciplinarios sean transmitidos y asimilados con eficacia, se necesita de un ambiente y situaciones educativas propicias, con estudiantes emocionalmente serenos y convenientemente motivados, se incluyen, como eje principal de nuestra estrategia didáctica, actividades experimentales lúdicas en las que las acciones realizadas por los estudiantes serán vistas por ellos como juegos, que además de motivarlos por el estudio de la Física les proporcionarán herramientas útiles para la comprensión de los conceptos que se quiere transmitir.

Para que el material que se presenta resulte motivador y los estudiantes deseen aprender, se parte de una planificación sistemática de las situaciones de enseñanza teniendo como base la naturaleza de los contenidos, los conocimientos de partida y los diferentes enfoques metodológicos, como es la lúdica, que hacen posible presentar en forma agradable la situación de aprendizaje.

Al inicio y al final de cada tema, el profesor muestra una aplicación práctica, ya sea en la vida cotidiana o en otras disciplinas, de los conceptos de electromagnetismo que se quiere que los estudiantes aprendan, teniendo cuidado de que las aplicaciones que se presentan sean motivadoras, relacionadas directamente con los objetivos que se persiguen, adaptadas a la capacidad y conocimientos de los alumnos y situadas en contexto.

En el laboratorio o en el salón de clase, dependiendo si será una sesión en la que todos los estudiantes tendrán material para realizar las actividades experimentales lúdicas o si será una sesión demostrativa que invite a la discusión, el profesor discute situaciones que ocurren en la vida cotidiana y presenta a los estudiantes materiales que son fácilmente accesibles y pueden ser utilizados para ejemplificar las

aplicaciones del electromagnetismo. Esto último resulta de gran importancia ya que permite que los estudiantes experimenten a su ritmo no sólo en clase, sino que puedan repetir sus experiencias en el espacio y tiempo que mejor se acomode a sus intereses. El que el estudiante repita, e inclusive mejore, las actividades planteadas en clase fuera de ella será un claro indicador del grado de motivación alcanzado.

Parte importante de nuestra estrategia didáctica es el pedir a los estudiantes el desarrollo, a lo largo del curso, de un proyecto en el que se apliquen los conceptos fundamentales del electromagnetismo. El involucrar a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje implica que la temática del proyecto a desarrollar no sea asignada por el profesor sino que se les pide a los estudiantes que realicen una investigación sobre algunos dispositivos tecnológicos que funcionan en base a los principios del electromagnetismo, y posteriormente, ellos mismos sean quienes elijan, en función de sus intereses y gustos, de entre estos dispositivos aquellos que quieran replicar para la construcción un juguete científico.

Por otra parte, dado que uno de los puntos esenciales del desarrollo humano y social es la comunicación, se realiza la presentación de los proyectos elaborados por los estudiantes en una clase final de exposición, en la última semana del curso, fomentando con ello el desarrollo de competencias comunicativas que son indispensables si consideramos que vivimos en una sociedad en donde la información y el conocimiento circulan a través de una gran diversidad de medios. Una vez que se han presentado todas las exposiciones, se hace reflexionar a los alumnos sobre cómo han cambiado sus ideas acerca de los conceptos fundamentales del electromagnetismo, y cómo llegaron a la construcción de estos. Esto fomenta que los estudiantes analicen su aprendizaje, la forma en que aprenden y el alcance de su aprendizaje. En muchas ocasiones los estudiantes se sorprenden de que pueden llegar a crear su propia tecnología.

Para llevar a cabo la evaluación sin que los estudiantes se sientan presionados por la calificación, el profesor debe ser parte del grupo, de forma que los estudiantes no lo vean como el “evaluador con una libreta de notas”, sino como uno más de ellos que aprende a través del juego y las actividades. El docente podrá entonces evaluar si hay evolución en la relevancia y complejidad de preguntas y respuestas, en la composición del juego, en la participación de los estudiantes (como cada jugador expresa y se sirve de sus habilidades comunicativas para interactuar científicamente con sus compañeros) y en la capacidad de los educandos para reorientar, reconocer y resolver las situaciones problemáticas que se les presenten. Los estudiantes también deben participar en la evaluación, valorando su trabajo individual (Autoevaluación) y colectivo (Coevaluación).

Es claro que la forma en que se evaluará a los estudiantes y los resultados que se obtengan de dicha evaluación permitirá identificar y valorar esta estrategia. Particularmente, se evaluará en los alumnos: su dominio del tema, el uso de recursos, la vinculación de lo presentado con otros temas de Física u otros cursos, la planeación del

proyecto final, así como su exposición y resultados, y la participación y recuperación de las ideas de sus compañeros.

IV. IMPLEMENTACION DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA

La estrategia didáctica fue implementada en dos grupos de 60 alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria, Plantel 4, de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la unidad IV de la asignatura “*Física III*”. Esta unidad tiene como título: *Interacciones eléctricas, magnéticas y fenómenos luminosos*. En este trabajo nos enfocaremos en los resultados de aplicar esta estrategia a la enseñanza del punto 4.4 *Campo Magnético, e inducción electromagnética*, en el cual se pretende que los estudiantes aprendan los siguientes conceptos y se discutan los siguientes temas:

Concepto: Campo magnético

Temas a discutir:

- Características de los imanes
- Representación de un campo magnético
- Cañón Magnético
- Funcionamiento de los aparatos de resonancia magnética.
- Cintas magnéticas
- Campo magnético terrestre
- Campos de fuerza

Concepto: Inducción Electromagnética

Temas a discutir:

- Relación entre los fenómenos eléctricos y magnéticos
- Experimento de Oersted
- Funcionamiento y construcción de electroimanes
- Producción de campos magnéticos con corrientes eléctricas estacionarias
- Campo magnético variable para crear una corriente eléctrica
- Auroras Boreales y la ley de Lorentz
- Sentido de la corriente inducida
- Dispositivos con base en las leyes del electromagnetismo

Ya que la relación profesor-alumno es un factor que favorece a la motivación de los estudiantes, se procuró establecer desde el primer día de clase una relación cordial y de confianza en donde la opinión de todo estudiante era escuchada haciéndole consciente de que el aprendizaje debe ser percibido como algo que se elige o se acepta de buena gana y no por imposición.

En la primera sesión, se dividió al grupo en equipos de trabajo con el fin de fomentar el trabajo colaborativo y la discusión de los temas entre pares. Cabe mencionar que los equipos fueron constituidos por los propios estudiantes tomando en cuenta la afinidad entre los participantes.

Con el objetivo de indagar cuáles eran las ideas previas sobre los conceptos a aprender, se aplicó un cuestionario. En este cuestionario no sólo se preguntaron los aspectos básicos de los temas a tratar sino también sobre si el estudiante había

oído de ellos, aunque no los hubiese estudiado nunca. El resultado de este cuestionario permitió ajustar la estrategia para tratar de eliminar errores conceptuales

En esta primera clase, después de la aplicación del cuestionario de ideas previas, se inició con la presentación de los conceptos de campo magnético e inducción electromagnética, proporcionando además ejemplos de su uso en la vida cotidiana e invitando a los alumnos a exponer libremente sus ideas sobre el concepto de campo magnético y otras aplicaciones que ellos conocieron. Se pidió a los estudiantes describieran lo que habían observado sobre el campo magnético no sólo a su alrededor, sino que también expusieran si habían conocido de él a través de historietas, películas, libros, caricaturas, etc., lo cual generó un ambiente relajado y de camaradería que invitó a la participación.

Se les mencionó que se realizarían actividades lúdicas, construyendo en ellas algunos juguetes basados en conceptos del electromagnetismo como: bocinas para sus teléfonos celulares, cañones magnéticos, motorcitos, generadores y otros experimentos sencillos que se elaborarían con materiales fáciles de conseguir. También, se les informó que se les brindarían lecturas de interés, y que parte de la evaluación incluiría la realización de un cómic que implicara el manejo de los conceptos relacionados con el tema o que permitiera analizar situaciones reales en donde se aplicasen los conceptos aprendidos.

A partir de la segunda de las sesiones dedicadas al estudio de los temas en cuestión, se presentó, en cada una de ellas, a los estudiantes una situación real que involucraba los conceptos a estudiar, así como el análisis de una lectura que fomentara la discusión grupal de los conceptos involucrados.

Las lecturas que se discutieron fueron: “El Misterioso Caso de la Silla Voladora” [17], Figura 1, en donde se aborda el tema de materiales ferromagnéticos y no ferromagnéticos, y los mitos y realidades sobre la resonancia magnética; “Las tortugas se orientan por el campo magnético terrestre” [18] y “Descubren el primer sensor de campo magnético terrestre en un animal.” [19], y diamagnéticos desde un punto de vista microscópico y su comportamiento ante un campo magnético.

Para finalizar esta actividad se aplicó y discutió los resultados de un cuestionario sobre el funcionamiento y la existencia de una base científica que apoyará el uso de las pulseras magnética o arreglos de imanes que se anuncian como dispositivos para bajar de peso o mejorar el rendimiento en los deportes. También se analizaron los efectos que puede provocar el tener algún tipo de material metálico en nuestro cuerpo, como son los marcapasos o los clavos de Titanio que se insertan en operaciones ortopédicas.

A lo largo de la implementación de la estrategia se realizaron varias actividades lúdicas, entre las que podemos listar las siguientes:

- Arte espacial: dibujando las líneas de campo con limadura de Hierro y tinta china.

En esta actividad, utilizando imanes y limadura de hierro se visualizaron las líneas de campo magnético y pudo discutirse sus principales características. Se pidió a los estudiantes elaborarán obras de arte utilizando diferentes arreglos de imanes.

▪ Construcción de una brújula

Una vez que los estudiantes construyeron una brújula utilizando una aguja imantada, se les pidió que elaborarán un mapa para descubrir un objeto que hubiesen escondido y como tarea se les dejó la elaboración de un mapa que indicara el camino de su casa a la escuela y viceversa.

▪ El Experimento de Oersted

Utilizando un alambre, una batería y brújulas, los estudiantes pudieron observar que una corriente eléctrica produce un campo magnético. Los alumnos pudieron apreciar además las principales características y las variables de las que depende el campo magnético generado.



FIGURA 1. El misterioso caso de la silla voladora [11].

En discusión de la lectura “El misterioso caso de la silla voladora”, en la que se presenta una noticia en la que se describe un accidente en el que estuvieron involucrados una máquina de resonancia magnética y una silla de ruedas, los alumnos analizaron la noticia y las imágenes de la Figura 1

para explicar lo sucedido. Posteriormente, se les pidió dieran su versión de lo ocurrido a través del relato de un cuento escrito por ellos mismos. Estos cuentos fueron leídos ante todo el grupo y se les hizo notar que todos presentaban similitudes en cuanto a que hacían referencia a que los metales son atraídos por un campo magnético. A continuación, se les preguntó si era cierto que todos los metales sentían esta atracción y se les proporcionó imanes y diferentes objetos metálicos para que comprobaran sus aseveraciones. Esta actividad propició la discusión de las diferencias entre materiales ferromagnéticos, paramagnéticos El electroimán más potente de la clase de Física.

Se discutió la ley de Ampère y se pidió a cada equipo que construyera un electroimán para posteriormente hacer un concurso en clase para determinar cuál era el electroimán más potente construido por ellos. Este concurso condujo a que no sólo estudiaran la forma en que funciona un electroimán, sino que también al darse cuenta de las variables involucradas trataran de mejorar sus dispositivos.

▪ ¿Qué pasa en un conductor recto al pasar una corriente a través de él?

Se hizo pasar una corriente a través de un alambre recto y se les pidió indagaran que efectos se producían. Esto no solo permitió discutir el concepto de campo magnético sino también volver a repasar el concepto de Efecto Joule.

▪ Construyendo un motorcito eléctrico simple.

Utilizando cable, baterías e imanes, los estudiantes construyeron motores eléctricos simples. Esta actividad permitió que desarrollaran sus habilidades hacia la experimentación pues probaron que pasaba con pilas o baterías que proporcionaban un potencial diferente, variaron el número de vueltas en la espira que construyeron con el alambre y explicaron entonces como su dispositivo podría modificarse para aplicarse en la vida real.

▪ frenando la caída: el tubo de Lenz

Se dejó caer imanes y diversos objetos a través de un tubo de cobre y se midieron los tiempos de caída. Una vez que comprobaron que el imán cae más lento se les preguntó por la razón de ello, llevando a la discusión de la ley de Faraday-Lenz.

▪ La fuerza de Lorentz y la formación de las auroras boreales.

Se mostraron imágenes muy vistosas de auroras boreales y se invitó a los estudiantes a explicar lo que sucedía en términos de la fuerza de Lorentz y el hecho de que la Tierra se comporta como un gran imán. Se discutió si era posible crear una aurora boreal en el laboratorio.

Ahora bien, una parte esencial de la estrategia fue el fomentar el aprendizaje basado en proyectos que resultaran interesantes a los estudiantes que inician el estudio del electromagnetismo, razón por la cual se les pidió que eligieran el proyecto final que desarrollarían a lo largo del curso. Ya que se quería hacer hincapié en el concepto de campo magnético y sus implicaciones se les pidió que realizaran una búsqueda en el internet, o los medios informativos que tuviesen a su alcance, de los siguientes temas:

- El cañón magnético, o cañón de Gauss, en los videojuegos [20].
- El levitrón y los trenes que levitan.
- Auroras Boreales [21].
- El experimento de Lorentz [22].
- Funcionamiento de las bocinas y los audífonos.
- Funcionamiento del generador electromagnético.

y eligiesen uno de ellos para desarrollar.

Cabe mencionar que para fomentar el uso de todos los recursos que pueden encontrarse en la internet, se hizo uso en cada clase de simuladores, como por ejemplo:

- Simulador de imanes y electroimanes [23].
- Simulador de laboratorio electromagnético de Faraday [24].
- Simulador fuerza de Lorentz [25].

Ahora bien, ya que hoy en día el cómic y las historietas son algunos de los medios de comunicación preferidos por los adolescentes, y considerando el que la narrativa y las imágenes que se presentan facilitan el proceso de aprendizaje, así como la respuesta emocional de forma que se convierte en un elemento que prevalece en la memoria a largo plazo, se pidió a los estudiantes realizaran un cómic que involucrará los conceptos estudiados. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de esta actividad.



FIGURA 2. Cómic sobre electromagnetismo.

Como parte de la evaluación, se elaboró una historieta sobre los temas vistos, con personajes que son familiares a ellos como los de la película de Star Wars. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de esta actividad. Los estudiantes contestaron un cuestionario con preguntas sobre la historieta utilizando el método RIRC antes descrito.



FIGURA 3. Historieta.

El curso se concluyó con la exposición de los proyectos finales y la entrega de un trabajo escrito del mismo.

V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los proyectos finales elegidos y desarrollados por los alumnos fueron creaciones de tres tipos:

- Bocinas o audífonos.
- Cañón magnético.
- Tren electromagnético.

Para la mayoría de los estudiantes fue una grata sorpresa darse cuenta de que los conceptos vistos durante el curso se encontraban reflejados en la construcción de los dispositivos que desarrollaron como proyecto final y que en este caso resultaban ser una réplica de dispositivos que ellos utilizan comúnmente. Les motivó el reconocer su propia habilidad para crear su propio instrumento electromagnético, el que eran capaces de comprender su funcionamiento y que podían explicarlo científicamente a los demás. La elaboración de estos proyectos estimuló su creatividad, sus habilidades en la construcción de objetos y en el manejo de herramientas y materiales.

En el caso del cañón magnético, Figura 4, los dispositivos que construyeron fueron vistosos y se divertieron ya que trataron de diseñar su propio cañón, buscando que tuviera mayor alcance. Por otro lado, el poder conectar las bocinas a su teléfono celular les motivo pues además de haberse divertido construyeron algo con una aplicación práctica y que en un principio pensaron tenía un funcionamiento muy complicado.



FIGURA 4. Arma magnética.

Finalmente, después de evaluar a los dos grupos en los que se aplicó la estrategia, se encontró una mejora con respecto a las calificaciones que se habían obtenido en cursos puramente expositivos, donde el único que planteaba problemas y los resolvía era el profesor. En los grupos en los que se implementó la estrategia se obtuvo un índice de aprobación del 90%, mientras que en cursos sobre el mismo tema se obtuvo una aprobación de un 65%. Esto nos lleva a conjeturar que una estrategia didáctica en la que se incluyan actividades lúdicas, se dé importancia a la motivación y se presenten ejemplos situados en el contexto del estudiante, trae como consecuencia un mejor aprendizaje.

El propiciar que al mismo tiempo que los estudiantes construyan, de una manera lúdica, sus juguetes científicos reflexionaran sobre la manera en que aprendieron los conceptos, los utilizaron y aplicaron, los hizo sentir que podían llegar a resolver problemas de su entorno.

El diseño e implementación de actividades lúdicas permitió hacerles conscientes de que el estudio de la ciencia puede resultar agradable y que su concepción de la Física como una materia difícil de entender y aprender era equivocada.

Con base en los resultados obtenidos podemos concluir que nuestra propuesta didáctica es un primer paso en el mejoramiento de la enseñanza del electromagnetismo en el curso de Física III de la Escuela Nacional Preparatoria, de la UNAM, que incluso puede ser aplicada en cualquier otro sistema educativo. Su impacto ha sido positivo al obtener un índice de aprobación mayor al que se obtiene en los cursos tradicionales.

Las actividades lúdicas como recurso, adquirieron un valor educativo ya que se logró vincular los conceptos básicos del electromagnetismo con la diversión en un ambiente cordial y de intercambio de opiniones. El que la mayoría de las actividades lúdicas se llevaran a cabo en equipo, fomentó el trabajo colaborativo, en el cual el respeto

por el trabajo de los demás y su justa valoración contribuyó a la formación en valores

Dándole importancia al juego como una actividad propia de los seres humanos, los profesores podemos planificar estrategias didácticas que mejoren los índices de aprovechamiento. En estas estrategias, el maestro se convierte en un mediador, que debe desarrollar el sentido de la pertinencia para saber cuándo debe intervenir y cuando abstenerse, así como ser capaz de dar libertad (pero con seguridad) a los estudiantes para trabajar en un ambiente en el que prevalece la empatía para que puedan preguntar sin sentirse atacados y llevarlo a obtener sus propias conclusiones.

La gran gama de recursos utilizados condujo a un aprendizaje significativo de los temas de electromagnetismo ya que los estudiantes no se aburrían en clase, encontraban una relación entre lo aprendido, sus conocimientos previos y su contexto e incluso esperaban con gusto las actividades que debían realizar clase tras clase. La decisión de estudiar una carrera científica o al menos pensarlo aumentó en comparación con el inicio del curso, en donde se notaba un rechazo hacia los temas de electromagnetismo al verlos como algo difícil y complicado.

Finalmente, debemos recalcar el hecho de que es imprescindible tener en cuenta que aprender Física y en particular electromagnetismo, no es sólo aprender conceptos y modelos, sino también practicar en alguna medida el trabajo científico experimentando una inmersión en la cultura científica.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen el apoyo del proyecto PAPIME PE103114 DGAPA-UNAM.

REFERENCIAS

- [1] Dewey, J., *Democracia y Educación* (Morata, Madrid, 1995).
- [2] Romero M. y Pérez M., *Cómo motivar a aprender en la universidad: una estrategia fundamental contra el fracaso académico en los nuevos modelos educativos*, Revista Iberoamericana de Educación, Núm 51, 87-105 (2009).
- [3] García-Huidobro, C., et al., *A estudiar se aprende*, 9ª ed. Alfa (Omega, Chile, 2005).
- [4] Navarrete Ruiz de Clavijo, B., *La motivación en el aula. Funciones del profesor para mejorar la motivación en el aprendizaje*, Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas, Núm. 15, (2009).
- [5] Tapia, A., *Motivación para el aprendizaje: La perspectiva de los alumnos*, Ministerio de Educación y Ciencia; La orientación escolar en centros educativos, (Universidad Autónoma de Madrid, España, 2005), pp. 209-242.
- [6] Huizinga, J., *Homo Ludens*, (Fondo de Cultura Económica, México, 1987).

- [7] Vigotsky, L. S., *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, (Grijalbo, Barcelona, 1979).
- [8] Jiménez, C., *La lúdica: Una estrategia que favorece el aprendizaje y la convivencia*, (Fundación Universitaria Monserrate, Bogotá, Colombia, 2003).
- [9] Velázquez, J., *Ambientes Lúdicos de Aprendizaje. Diseño y operación*, (Editorial Trillas, México, 2008).
- [10] Meter, P. and Stevens, R., *The role theory in the study of peer collaboration*, *Journal of Experimental Education* **69**, 113 – 127 (2000).
- [11] Bruner, J. S., *Two models of thought*, en N. Mercer (ed) *Lenguaje and literary from an educational perspective*, (Open University Press, Oxford, 1988).
- [12] Solomon, J., *Meta – scientific criticisms, curriculum innovation and the propagation of scientific culture*, *Journal of Curriculum Studies* **31**, (1999).
- [13] Negrete, A., *La divulgación de la ciencia a través de formas Narrativas*, (Dirección general de divulgación de la ciencia UNAM, México, 2012).
- [14] Greenfield S. *Brain story and the private life of the brain*, (Penguin, Londres, 2000).
- [15] Erdelyi, M. H. and Stein, J. B. *Recognition hypermnesia: The growth of recognition memory (d) over time with repeated testing*. *Cognition* **9**, 23 – 33 (1981).
- [16] Negrete, A., *La ciencia de contar cuentos y el método*, (Dirección general de divulgación de la ciencia UNAM, México, 2014).
- [17] <<http://www.cookingideas.es/esto-es-lo-que-pasa-cuando-alguien-entra-en-la-sala-de-resonancia-magnetica-con-una-silla-de-ruedas-20120306.html>> Consultado el 9 de Febrero de 2015.
- [18] <<http://www.muyinteresante.es/naturaleza/articulo/las-tortugas-se-orientan-por-el-campo-magnetico>>, Consultado el 14 de abril de 2015.
- [19] <<http://www.muyinteresante.es/naturaleza/articulo/descubren-el-primer-sensor-de-campo-magnetico-terrestre-en-un-animal-651434618632>>, Consultado el 14 de abril de 2015
- [20] <http://es.halo.wikia.com/wiki/Arma_de_Aceleraci%C3%B3n_Magn%C3%A9tica_Gauss>, Consultado el 17 de marzo de 2015.
- [21] <<http://www.youtube.com/watch?v=quTTw9UVnNM&ns=em>>, Consultado el 9 de julio de 2015.
- [22] <<http://www.youtube.com/watch?v=9RdBNJxeZ8c&sns=em>>, Consultado el 9 de julio de 2015
- [23] <<https://phet.colorado.edu/es/simulation/magnets-and-electromagnets>>, Consultado el 9 de julio de 2015
- [24] <<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>>, Consultado el 17 de marzo de 2015.
- [25] <<http://acer.forestaes.upm.es/basicas/udfisica/asignatura/s/fisica/magnet/fuerzomag.html>>, Consultado el 17 de marzo de 2015.