

**ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE MAXWELL A TRAVÉS DE LA INTERACCIÓN
CON LOS FENÓMENOS**

Héctor Velazco

(pp 83-101)



Revista



educare

**Órgano Divulgativo de la Subdirección de Investigación y Postgrado
del Instituto Pedagógico de Barquisimeto “Luis Beltrán Prieto
Figueroa”**

Barquisimeto Estado Lara

Volumen 22 N° 1

Enero – Abril 2018

**ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE MAXWELL A TRAVÉS DE LA INTERACCIÓN CON
LOS FENÓMENOS**

**THE TEACHING OF MAXWELL'S LAWS THROUGH PHENOMENA
INTERACTION**

ISSN: 2244-7296

Autor

HÉCTOR VELAZCO

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL

DE LAS FUERZAS ARMADAS

(UNEFA)

Volumen 22 N°1 Enero – Abril 2018. ISSN: 2244-7296

P 83

educare

ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE MAXWELL A TRAVÉS DE LA INTERACCIÓN CON LOS FENÓMENOS

Héctor Velazco

(pp 83-101)

Propuesta Educativa

Recibido:15-05-2017

Héctor Velazco*
(UNEFA),

Aceptado:08-02-2018

RESUMEN

El presente artículo es una propuesta educativa que tiene por objetivo introducir los aspectos elementales de las leyes de Maxwell en los estudiantes de Educación Media de una Institución del Estado Miranda, a través de la interacción con los fenómenos electromagnéticos que las originan, utilizando experiencias relativamente sencillas. Estas pretenden conformar una plataforma didáctica que permita la formación de conceptos que faciliten el abordaje posterior de la enseñanza formal de dichas leyes con todo el aparatage matemático y la abstracción que éstas conllevan. El proceso metodológico se planteó en tres (3) fases: Documental, Diseño y Valoración del Aprendizaje. Se diseñaron estrategias experimentales por niveles de complejidad y se aplicaron a 38 estudiantes de una sección de Física de 5º año. Luego de la aplicación se observó un cambio significativo en la manera en que los estudiantes describen los fenómenos electromagnéticos, así como de la incorporación de conceptos y la abstracción.

Descriptores: enseñanza de la Física, leyes de Maxwell, electromagnetismo.

ABSTRACT

This paper is an educational proposal that aims to introduce Maxwell's laws elemental aspects through the electromagnetic phenomena interaction that make them cause, to students at Media Level of Education in an institution of Miranda state, Venezuela. By the use of simple experiences, the purpose is to make up a didactic platform that allows the formation of concepts that ease the later approach to the formal teaching of such laws. The methodological process was made in three (3) phases: Documental, Designing and Assessment of knowledge. Experimental strategies were designed and applied to a 38 students section from 5th year in Media Education, according to their complexity levels. After the application, a meaningful change in the way the students describe the electromagnetic phenomena was observed, as well as the incorporation of concepts and abstraction.

Key words: teaching of Physics, Maxwell's laws, electromagnetism

* Investigador de la Fundación Centro Nacional para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias (CENAMEC). Docente en la escuela de Ingeniería de la Universidad Nacional Experimental de las Fuerzas Armadas (UNEFA), núcleo de Ocumare del Tuy. Edo. Miranda. Venezuela.
hectorvlna@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La Física posee una estructura conceptual compacta con su propio objeto de estudio en donde los aspectos teóricos describen, explican y predicen la fenomenología Física conocida, por lo que didácticamente resulta imperativo desarrollar en forma armoniosa los elementos teóricos, experimentales y aplicados de ella en la solución de situaciones problema de la vida cotidiana (Fonseca, Hurtado, Lombana y Ocaña, 2003).

Esta disciplina, hasta aproximadamente 1900, poseía una linealidad¹ absoluta en sus métodos y resultados, sin embargo, no todos los modelos que describen a los fenómenos se han obtenido a partir de la teoría, gran parte de ellos se obtuvieron a través de la experimentación e igualmente han obtenido credibilidad.

Por ejemplo, la no linealidad también está presente en la Economía, particularmente en el estudio de ciertos fenómenos macroeconómicos o bursátiles que suben y al poco tiempo descienden dentro de la bolsa de valores. En la Medicina también están presentes en el estudio de los retrovirus. Igualmente, se encuentran fenómenos no lineales en la Meteorología, con los violentos cambios climáticos que han sido de gran interés en los últimos años, tanto en la Climatología como en la propia Física (Calabrese, 1999).

Es sabido que el estudio de la no linealidad surge del entendimiento de las limitaciones modelísticas de la Física Clásica al no tener contemplados en el mismo aspecto explicativo de algunos fenómenos que presentan dicho comportamiento.

Aunque tanto los fenómenos lineales como los no lineales se basan en modelos deterministas, los segundos aplican un reduccionismo² no lineal, el cual vislumbra la no reversibilidad de los sistemas.

Por ejemplo, a principio del siglo XX, MaxPlank, Albert Einstein, Niels. Born y otros físicos desarrollaron la Física Cuántica a fin de dar explicación a resultados experimentales anómalos obtenidos, pues los modelos matemáticos aceptados para la época no arrojaban respuestas acertadas sobre la radiación electromagnética de los cuerpos. (Udías, 2004).

Es sabido que el estudio de las leyes de Maxwell surge de la necesidad de unificación los fenómenos eléctricos, magnéticos y hasta la luz, que en la Física Clásica no estaban contemplados hasta ese momento, así como también aspectos explicativos de algunos fenómenos que presentan dicho comportamiento que oscila entre lo eléctrico, lo magnético y viceversa. Tomando en cuenta que dichos fenómenos se basan en modelos deterministas, a los que se aplica el reduccionismo.

El argumento anteriormente esbozado, se ilustra didácticamente tomando en cuenta que los rayos al impactar en un objeto metálico, éste queda temporalmente magnetizado. La contextualización de estos ejemplos contribuye a mejorar la enseñanza de las teorías de la Física determinista Clásica.

Es importante resaltar, como ha evolucionado la manera en que se abordan los contenidos de Física dentro del aula en los cuales se introducen las leyes de Maxwell. Los Investigadores como Abad y Magro,(2009), y Guisasola, Almudí y Zubimendi, (2003), concluyeron que es sumamente importante buscar metodologías de enseñanza distintas a las tradicionalmente aplicadas por los docentes si se desea ver un cambio significativo en la comprensión y desarrollo de los temas relacionados con el electromagnetismo debido a lo complicado de los tópicos por el grado de abstracción necesario para su entendimiento, así como las complicaciones del aparataje matemático necesario para su demostración.

Otro factor resaltante es la poca importancia que en muchos casos se le da al uso del laboratorio y a la interacción con los fenómenos como fuente generadora de conocimiento, pues comúnmente el laboratorio se utiliza como espacio de comprobación de modelos de manera parcelaria. González, (1991), concluyó en su tesis, que es necesario incorporar distintas estrategias de enseñanza dentro del laboratorio para mejorar la praxis docente y contextualizar lo tópicos con experiencias comunes para los estudiantes y así romper paradigmas.

Así mismo, es importante tomar en cuenta el anterior argumento, para inferir que la idea apunta en la misma dirección de la enseñanza de la Física actual, el uso y el alcance propio

de la interacción con los fenómenos dentro del ámbito escolar, y así alcanzar, por ejemplo, en un sentido didáctico-metodológico que los estudiantes planteen inquietudes y extrapolen conceptos y teorías conocidas con aquellas que desconocen.

Ideas sobre la manera en que se podría mejorar aún más la praxis y los resultados de las prácticas docentes con un cambio significativo en las estrategias utilizadas ya han sido señaladas por Andrés, Pesa y Meneses, (2006) y Etkinay Murthy, (2006). De los estudios realizados por los autores antes mencionados se deduce que, mejorando la manera en que los docentes inciden en el aprendizaje de los estudiantes, dejando a un lado la forma tradicional de ver al laboratorio como lugar de comprobación y convirtiéndolo en espacio formador de conocimientos; cuestión ésta que en cierta forma es contraria al uso del laboratorio, el cual pudiera ir incluso en contra del objetivo de contribuir a la formación del conocimiento de los estudiantes.

Cabe destacar, que la primera forma de apoderarse del conocimiento en los seres humanos es curiosamente por medio de la pregunta, y ésta es la mejor manera de mostrar a los jóvenes la fenomenología no lineal dentro de las aulas de clase, la cual por medio de preguntas podrían hacer que el estudiante se enfrente con sus propias creencias sobre su significado y cómo funcionan los sistemas dinámicos.

Entre las ciencias de la naturaleza, la Física encierra en sí misma un elevado valor conceptual, ya que permite el desarrollo y aplicación de principios y leyes que explican un amplio campo de fenómenos, así como su evolución temporal. En este sentido, Ladera (1991) explica que el hombre ha utilizado la Física para enfrentar las dificultades de sus limitaciones de animal natural, creando diferentes utensilios y dispositivos.

En este sentido, el estudio de los fenómenos no lineales ha contribuido enormemente al esclarecimiento de cómo se comporta el clima que año tras año pareciera manifestarse de manera más extraña e impredecible, así como otros fenómenos de los cuales nos resulta muy difícil explicarlos.

Tomando en cuenta la idea anterior, resulta indispensable que los docentes formados en el área de Física comprendan y manejen eficientemente un conjunto de estrategias que propicien espacios para la adquisición de conocimientos a partir de un aprendizaje significativo orientado al estudio de los fenómenos no lineales. En este orden de ideas, Ausubel (1976) indica que el estudiante debe contar con ideas inclusoras relacionadas con el nuevo material que se estudia, el cual actuará de nexo entre la estructura cognitiva preexistente del educando y las ideas nuevas. Asimismo, Cangilhem (1968) plantea que las ideas de los estudiantes sobre un fenómeno en ciencias son de gran importancia al momento de su estudio, ya que están intrínsecamente relacionadas a la manera en que éstos aprenden.

DESARROLLO

La presente investigación se realizó con el propósito de diseñar una propuesta instruccional dirigida a los estudiantes de quinto año Educación Media de la Unidad Educativa .Nacional “Juan Antonio Pérez Bonalde” de Ocumare del Tuy. Edo. Miranda, Venezuela, tomando en cuenta los recursos mínimos con lo que se disponen en el laboratorio de Física y utilizando la interacción. Así, se construyó una plataforma didáctica que permite estrechar los lazos entre la formación de los bachilleres y el estudio de la Física en la Educación Media.

Es conocido el hecho de que las escuelas y universidades han estado fuertemente influenciadas por los cambios que en los últimos años se han desencadenado en el ámbito científico y tecnológico a nivel mundial. Debido a que dichas instituciones deben de ser espacios de socialización y formación de las nuevas generaciones, éstas deben mantenerse a la vanguardia en lo que respecta a estrategias que introduzcan temas y problemas que ayuden a resolver hechos de la realidad. (Cárdenas y Rivera, 2004)

En este sentido, en estudios realizados por investigadores como Abady Magro, (2009), en los que introdujeron principios básicos del electromagnetismo a nivel de secundaria,

revelaron que es completamente factible la enseñanza de la leyes de Maxwell implantando aspectos experimentales a los alumnos de Educación Media a pesar de su nivel básicamente cualitativo de la exposición y debates, sin disminuir en absoluto su rigor y el correcto tratamiento de los conceptos objeto de aprendizaje.

Por otra parte, Hernández, Neipp y Meléndez (2003) y González y Pozo (2010) en investigaciones realizadas con estudiantes de pregrado, concluyen sobre la importancia de encuadrar experiencias tanto teóricas como de laboratorio donde estén presentes fenómenos electromagnéticos para que el estudiante observe de primera mano los fenómenos y éste se motive a indagar aún más sobre los mismos.

En esta en esta última década la enseñanza de la ciencia, en particular la de la Física, ha venido en constante evolución, pues existen un sin número de factores que pueden afectar la comprensión de los temas de estudio ya sea por la complejidad de los mismos o por el nivel de abstracción necesario para el normal proceso educativo.

Entre estos factores se encuentra el uso de estrategias instruccionales por parte de los docentes, quienes muchas veces las utilizan sin una intencionalidad precisa o no le dan la importancia que amerita, pues consideran que para enseñar lo único que se necesita es el dominio del contenido programático (Becerra, 2011); esto trae como consecuencia que al impartir sus clases utilicen mayormente la técnica expositiva, la resolución de problemas y el método deductivo, además de impartir dichos temas siguiendo una estructura de pensamiento lineal, el cual deja por sentado que la naturaleza actúa de esa misma manera, es decir, que con las mismas causas se obtendrán los mismos efectos (Sámano, 2010).

La forma de enseñanza no considera el grado de abstracción y complejidad de muchos fenómenos físicos de gran importancia en la vida cotidiana y que no quedan claros en los estudiantes de Educación Media.

Autores como Cudmani (2001) y Alemañ. y Pérez. (2000), afirman que es necesario cambiar los viejos esquemas al momento de explicar los temas de Física a los futuros docentes bajo el precepto de linealidad en la naturaleza, se debe volcar la enseñanza en los

fenómenos no lineales (FNL) ya que los mismos describen al entorno desde otra perspectiva, además de concientizar a los estudiantes en el hecho de que no todas las manifestaciones del mundo que nos rodea, se pueden predecir, es decir, nuestro conocimiento de la naturaleza no es total.

De este modo para abordar el tema de las leyes de Maxwell puede utilizarse como recurso instruccional ejemplificativo, la interacción con los fenómenos, debido a lo interesante de la misma, además de ser una experiencia en la cual se visualizan de manera más sencilla los comportamientos electromagnéticos, aparte de contribuir con el aprendizaje significativo.

Por otra parte, se introdujo una estrategia instruccional basada en el abordaje de cada ley que rige el comportamiento electromagnético por nivel de dificultad, ya que ésta permite diseñar de manera ordenada, la interacción de los estudiantes con cada fenómeno descrito en las cuatro leyes de Maxwell. Se considera que realizando las experiencias de esta forma podría abordarse de una manera más didáctica, dado el hecho de que de esa manera el estudiante tendría mayor oportunidad de formar conceptos concretos, basados en la abstracción sobre cada fenómeno experimentado, con lo cual se enriquecería su pensamiento reflexivo.

El objetivo de la investigación consistió en la formulación de conceptos sobre el electromagnetismo a través de la interacción con los fenómenos descritos por las leyes de Maxwell. En el sentido, intentó crear enfoques de tratamiento y estudio de dichas leyes.

El proceso metodológico se planteó en tres (3) fases. **Fase I Documental:** En esta fase se precisaron, a partir del análisis de las diversas fuentes bibliográficas sobre el electromagnetismo, los conceptos físicos relacionados con las leyes de Maxwell; además se realizaron conversaciones con docentes especialistas en metodología de la investigación y Física para incorporar las experiencias de los mismos al diseño de las estrategias. **Fase II Diseño:** Se diseñaron bajo los criterios metodológicos e instruccionales más acordes al grupo de estudio todas las acciones que se aplicaron a lo largo de la investigación y posteriormente

se ejecutaron las actividades instruccionales basadas en la interacción con los fenómenos al curso de quinto año de Educación Media de la Unidad Educativa Nacional “Juan Antonio. Pérez Bonalde” de Ocumare del Tuy estado. Miranda, Venezuela, para la introducción al estudio de las leyes de Maxwell y por último, la **Fase III Valoración del Aprendizaje**: En esta fase se mejoraron los elementos que estructuraron la propuesta pedagógica, a medida que se fueron aplicando las estrategias instruccionales en cada sesión de clase, se redireccionaron dichas disposiciones para las sesiones posteriores. Otro aspecto importante para dicha valoración fue la aplicación de un test y post test los cuales contribuyeron a mejorar la aplicación de las habilidades de las sesiones siguientes.

Se planteó un conjunto de estrategias diseñadas por nivel de dificultad de cada ley, que permitió estimular a los estudiantes a profundizar en el estudio del electromagnetismo a través de la interacción con los fenómenos descritos en las leyes de Maxwell. Esto se realizó luego de una revisión por parte de los investigadores de los apuntes de clase y libros de texto utilizados por los estudiantes de quinto año de Educación Media.

Dicho conjunto de estrategias se construyó con base en la interacción con las manifestaciones, haciendo uso de los “niveles de complejidad” de cada hecho descrito por las leyes de Maxwell, con la finalidad de indagar sobre los conocimientos que sobre los fenómenos electromagnéticos, poseían los estudiantes. Se plantearon tres niveles de la estrategia propuesta.

Como profesionales de la docencia, nuestra atención debería estar centrada en el logro de compromisos tales como despertar el interés del estudiante por estudiar los fenómenos naturales y darles el correcto sentido aceptado por la comunidad científica a través de la actividad de experimental y la estimulación del pensamiento complejo dentro del aula de clase; además de considerar que la inclusión de este tipo de estrategia favorece la construcción social del conocimiento científico.

Con todo lo antes señalado, la intención principal de la presente propuesta es además de introducir a los estudiantes en el campo de los fenómenos no lineales y sus innumerables

aplicaciones en la vida cotidiana, es colocar la primera piedra en el basto camino de la complejidad de los sistemas, tema que vislumbra ser el futuro de las ciencias aplicadas con implicación en la sociedad.

Dicha propuesta instruccional no pretende cambiar la estructura de la enseñanza de la Física, sino complementar la información que no se evidencia dentro de la disciplina e inducir al estudiante a una visión distinta de los fenómenos que tradicionalmente se estudian dentro de las aulas de clases.

A continuación, se muestra en el cuadro 1. El esquema de los Momentos de la estrategia propuesta.

<p style="text-align: center;">Momento 1</p> <p>Se indagó si los estudiantes conocían las leyes por las que se rigen los fenómenos electromagnéticos y podían mencionar alguna, así como introducir algunos fenómenos electromagnéticos conocidos por dichos estudiantes donde esté presente alguna ley de Maxwell y ellos no lo sepan. Se plantean algunas características de dichos fenómenos para que los estudiantes puedan contrastarlas con lo conocido por ellos.</p>
<p style="text-align: center;">Momento 2</p> <p>Se planteó el diseño de cada sesión con los estudiantes, donde interactuaron con cada fenómeno descrito por cada una de las cuatro leyes de Maxwell.</p>
<p style="text-align: center;">Momento 3</p> <p>Se mejoraron los elementos que estructuraron la propuesta instruccional, a medida que se fueron aplicando las experiencias en cada sesión de clase, se redireccionaron las actividades para las sesiones posteriores.</p>

Cuadro 1. Momentos de la estrategia propuesta.

El estudio se aplicó a una sección de 38 estudiantes quinto año de Educación Media de la Unidad Educativa Nacional “Juan Antonio Pérez Bonalde” de Ocumare del Tuy. Estado. Miranda, Venezuela, en distintas sesiones de clases, donde se fue ajustando la propuesta. Todo esto bajo los enfoques cualitativo. Por otra parte, el diseño del estudio se basó en la investigación pedagógica experimental.

La presente propuesta fue del tipo investigación-acción participativa, la cual pretende crear teoría educativa generada a través la práctica, tanto de los docentes como de los estudiantes. El diseño de esta investigación fue un estudio de caso, pues las variables abordadas fueron medidas de manera cualitativa en un mismo grupo no existiendo grupo control para el establecimiento de comparaciones.

En la investigación se utilizaron varias técnicas de recolección de datos, las cuales consistieron en la descripción de los procesos de aprendizaje dentro del aula, mediante la observación, la entrevista y la encuesta. Se contrastaron los conocimientos previos de los estudiantes al principio de cada sesión con los obtenidos al finalizar las mismas, así como la opinión de los expertos y se determinó si hubo o no aprendizaje en tanto los resultados coinciden con el conocimiento aceptado por la comunidad científica. Esto se determinó mediante la constatación entre lo que manifestaron los estudiantes a lo largo de cada sesión de actividades.

En la medida en que fueron acercándose las opiniones y conceptos de los estudiantes del curso Quinto año a las aceptados ampliamente, se podría inferir que si se extienden las sesiones se podrán profundizar o recalcar puntos clave de los temas relacionados.

A continuación se detallan las técnicas e instrumentos utilizados en cada una de las fases antes descritas:

Fase I: se utilizó la entrevista no estructurada tanto con los estudiantes, así como con los expertos en el área, para determinar cuáles aspectos de los sistemas lineales se repetían más a lo largo del curso Quinto año; se tomaron las anotaciones para determinar los fenómenos físicos más simples y repetitivos estudiados a lo largo del curso, se extrajeron los tópicos más

repetitivos de los textos de Física utilizados en Educación Media. También se seleccionaron los temas de sistemas lineales que más sencillez ofrecían para crear un puente cognitivo con los sistemas no lineales, quedando así seleccionadas las Leyes de Maxwell.

Fase II: se utilizó la entrevista no estructurada, la observación como técnica y tanto el test, la encuesta y el registro descriptivo como instrumentos de recolección de datos. En cada sesión de actividades se realizaban preguntas no estructuradas para determinar qué tanto dominaban los estudiantes los tópicos de la no linealidad de los sistemas relacionados con las Leyes de Maxwell para así redireccionar la propuesta, se le aplicaba un test y se llevó un registro detallado de las actividades realizadas a lo largo de las sesiones para luego valorar los aprendizajes.

Fase III: para esta fase se contrastaron las anotaciones, observaciones y resultados para afinar la propuesta instruccional. Esta fue discutida con los estudiantes al final de las sesiones para conocer sus opiniones y dudas surgidas por relacionarlas con otras áreas de conocimiento. Cabe destacar que el investigador no se esperaba la manera en que los estudiantes pudieron establecer relaciones sobre fenómenos no estudiados formalmente.

ANÁLISIS GLOBAL DE LAS ACTIVIDADES

En estas actividades se logró motivar a los estudiantes a realizar análisis y establecer relaciones, además de hacerles reconocer las limitaciones de los modelos estudiados a lo largo del bachillerato para enfrentar a otro régimen no contemplado en los temas impartidos tradicionalmente en los programas oficiales. La discusión socializada permitió que se despertara la curiosidad sobre el tema de la no linealidad relacionada con las Leyes de Maxwell, lo cual se puso de manifiesto en las preguntas sobre el tema que cada vez se hacían más específicas.

Cabe resaltar, que esta actividad permitió generar espacio para continuar trabajando las siguientes sesiones. Las inquietudes y respuestas dadas por los estudiantes generaron la

planificación y reorientación de los aprendizajes. En las siguientes sesiones se logró introducir aspectos básicos sobre la fenomenología no lineal así como de las condiciones para el cambio del régimen lineal al no lineal partiendo de las Leyes de Maxwell. Se evidenció cierta dificultad para la comprensión de ciertos conceptos que dependían de los conocimientos previos de los estudiantes.

También se observó que los estudiantes comenzaron a realizar análisis e hipótesis sobre hechos cotidianos que dieron pie al estudio de los fenómenos no lineales, la discusión socializada permitió que los estudiantes ahondaran mucho más en el tema de las Leyes de Maxwell y la no linealidad de los sistemas. Se notó considerablemente el avance en cuanto a la disposición hacia las actividades y el lenguaje científico adquirido por gran parte del grupo, hecho observado al describir situaciones.

Valoración del aprendizaje

En el caso de los estudiantes del 5º año de Educación Media de la Unidad Educativa Nacional. “Juan Antonio Pérez Bonalde”, ubicada en Ocumare del Tuy, estado. Miranda, Venezuela, la mayoría desconocía el comportamiento de los fenómenos no lineales y su manifestación en el día a día. Los estudiantes manejaban muchas inconsistencias y contradicciones conceptuales, y durante la primera sesión se presentó una evidente resistencia al cambio, dado que sus respuestas eran en muchos casos incoherentes o poco claras.

Al desarrollar cada una de las sesiones prácticas, los estudiantes tuvieron la oportunidad de aclarar sus dudas e incorporar nuevos conceptos y explicaciones del comportamiento de los fenómenos no lineales dentro de las Leyes de Maxwell, en situaciones de su vida diaria, a través de actividades experimentales y discusiones socializadas.

Las actividades experimentales mostraban de una manera práctica y sin escribir una sola ecuación, el comportamiento de las cuatro (4) leyes fundamentales del electromagnetismo, como lo son: Ley de Gauss para el campo eléctrico, Ley de Gauss para el campo magnético,

Ley de Faraday-Lenz y Ley de Ampere generalizada. Todas estas leyes comprenden las Leyes de Maxwell.

Las estrategias de aprendizaje tales como: las propuestas en la presente investigación y la discusión socializada, tienen como base principal, identificar los aspectos más relevantes de cada tema que se presenta, al principio se pensó que dichas actividades iban a ser difíciles de realizar dentro del salón de clases por no ser muy habituales, pero de manera contraria los estudiantes, respondieron de manera muy positiva y superaron las expectativas iniciales. Todo esto haciéndolo con gran facilidad y superando los tropiezos que se les presentaron y las exigencias conceptuales de la Física.

El trabajo experimental juega un papel importante en el entendimiento de los fenómenos físicos, debido a la interacción que permite este tipo de actividades. También se puede afirmar, que no existe evidencia de que una propuesta sea mejor que otra, cada estudiante va descubriendo cual estrategia le resulta más efectiva y cómo utilizarla. Es por ello, que lo apropiado desde el punto de vista de la enseñanza es posibilitar que los participantes tengan mayor acceso a experiencias lo más reales posible para que el aprendizaje por descubrimiento sea mucho más significativo.

Las actividades experimentales en el aula, si son bien diseñadas, ayudan a la motivación y a la aplicación de conocimientos para la mejora del desarrollo de nuevas propuestas. Las prácticas realizadas y la construcción de conocimientos se vieron reflejadas cuando se les permitió a los estudiantes crear un puente cognitivo entre los conocimientos adquiridos a lo largo del bachillerato, así como de lo estudiado a lo largo de la propuesta instruccional.

Los participantes buscaron la manera de responder las preguntas formuladas basándose en la observación empírica. Este cambio es de gran ayuda para el docente y un reto el cual debe asumir. Contribuyendo a que esos futuros estudiantes egresados del referido nivel educativo, puedan formar conceptos de primera mano y mejorar su análisis abstracto de los fenómenos

físicos, motivándolos a ahondar en la riqueza estructural que exhiben los fenómenos electromagnéticos, así como en las numerosas situaciones donde están presentes.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La investigación permitió establecer bases que mejorarán de forma significativa la enseñanza de la Física de manera contextualizada utilizando para ello el enfoque mixto y pedagógico experimental.

La investigación documental permitió establecer los fundamentos teóricos que sustentan el enfoque pedagógico-experimental y sus aplicaciones en la enseñanza de la Física en la etapa Media de la Educación Venezolana, hecho que se evidencia claramente en la propuesta didáctica, que se apoya en los fundamentos teóricos desarrollados a lo largo de la investigación.

La utilización de este tipo de actividades, bajo el enfoque antes mencionado, facilitó establecer el puente cognitivo entre los conocimientos que traían los estudiantes basados en los sistemas lineales y las Leyes de Maxwell, con la jerga y análisis básicos de los sistemas no lineales descritos en la presente propuesta instruccional.

El uso instruccional de la pregunta basándonos en la interacción con los fenómenos, permitió abordar un mismo tópico desde distintas aristas, para así constatar si en realidad los estudiantes adquirieron los conocimientos básicos sobre el tema de estudio o por el contrario no les había quedado claro el tema relacionado con la fenomenología no lineal dentro de las Leyes de Maxwell.

Cabe destacar. que al revisar las respuestas dadas por los estudiantes a lo largo de los tres momentos en el mismo curso, existía poca empatía la manera en que tradicionalmente se enfocaban los temas, al interactuar con nuevas situaciones que se les planteaban, e ir estableciendo los puentes cognitivos entre lo “conocido” y los nuevos análisis de situaciones basados en la teoría básica de los sistemas no lineales dentro de las Leyes de Maxwell,

fueron cambiando enormemente la manera de analizar y explicar dichos fenómenos; empezaron a familiarizarse con los términos y relaciones entre la nueva corriente de estudio y los hechos cotidianos del ser humano. Dichos puentes cognitivos fueron establecidos gracias a la interacción con los fenómenos, debido a que la misma permite estimular la curiosidad de los estudiantes en los distintos puntos de interés que el cual el docente desea hacer énfasis. Consiguiendo así que los estudiantes logren fijar mejor el conocimiento por medio de la reflexión y el análisis

Este tipo de resultados llevó a los estudiantes del 5° Año de Educación Media de la U.E.N. “Juan Antonio Pérez Bonalde” ubicada en Ocumare del Tuy. Edo. Miranda a la reflexión de que al enfocar este tipo de conocimientos con lo que el alumno ve y utiliza a diario, se puede mejorar su aprendizaje significativamente de tal manera de atraer la curiosidad del individuo por los fenómenos no lineales dentro de las Leyes de Maxwell, y como esos conocimientos se utilizan para mejorar la vida del hombre y a su vez los estudiantes que egresen de la U.E.N. “Juan Antonio Pérez Bonalde” ubicada en Ocumare del Tuy. Edo. Miranda, se conviertan en multiplicadores de dichos conocimientos en las aulas de clase de educación media.

En virtud de lo antes expuesto se hace una serie de recomendaciones, las cuales pueden ayudar al docente a mejorar la calidad educativa:

- Revisar a detalle el nivel de conocimiento que traen los estudiantes al iniciar cada año escolar para redireccionar los aprendizajes y sopesar las fallas presentes, a fin de elevar la competitividad de cada uno de ellos.
- Introducir a nivel de laboratorio el estudio de propagación de errores de medición, pues es importante al momento de analizar los resultados experimentales.
- Diseñar encuentros entre docentes y luego entre docentes y estudiantes, a fin de introducir tópicos de la fenomenología no lineal dentro de las Leyes de Maxwell dentro de la cultura general de los estudiantes Educación Media.

ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE MAXWELL A TRAVÉS DE LA INTERACCIÓN CON LOS FENÓMENOS

Héctor Velazco

(pp 83-101)

- Crear, organizar y aplicar estrategias didácticas y pedagógicas que se enfoquen en el desarrollo del potencial creativo de los estudiantes.
- Promover actividades en las cuales los estudiantes se vean identificados y se sientan a gusto.
- Utilizar diversos medios y recursos para desarrollar la creatividad en los estudiantes.
- Permitir la participación activa de los estudiantes en la formación de su propio aprendizaje.
- Aceptar con empeño el cambio de las estrategias de enseñanza tradicionales a las nuevas tendencias pedagógicas.
- Revisará mayor profundidad los programas oficiales emanados del Ministerio del Poder Popular para la Educación, ya que los estudiantes al terminar el Bachillerato, no poseen los conocimientos mínimos para comprender temas relacionados fenomenología no lineal en la Educación Básica.
- La puesta en práctica de la presente propuesta, para que a futuro se diseñen propuestas curriculares para bajarla a nivel de Educación Básica.

No cabe duda de que hay mucho por hacer y que el camino es largo, pero está en manos de los docentes buscar las maneras de innovar y darle empuje a la transformación del proceso educativo. También se debe considerar que en la actualidad, los estudiantes poseen mayor facilidad de obtener información científica y tecnológica debido al uso de las tecnologías como teléfonos inteligentes, computadoras, tabletas etc., por ello se hace más familiares muchos de los términos utilizados en la jerga científica.

¹ Sistema que puede ser reversible en el tiempo, reducible y puede ser explicado a partir de sus componentes, por lo tanto puede ser predecible. Maldonado (2003)

² Enfoque filosófico para las ciencias según el cual la reducción es necesaria y suficiente para resolver diversos problemas de conocimiento. Calabrese, (1999).

REFERENCIAS

- Abad, L. y Magro, A. (2009), Diseño de una propuesta para el proceso de enseñanza – aprendizaje del electromagnetismo. *Tecnologí@ y Desarrollo (Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente)*. Volumen VII.
- Alemañ, R. y Pérez, J. (2000), Una introducción a la dinámica No lineal en enseñanza secundaria. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, pp. 141-145.
- Andrés, M., Pesa, M., y Meneses, J. (2006). La actividad experimental en Física: visión de estudiantes universitarios. *Paradigma*, pp. 349-363.
- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Becerra, A. (2011), *La pregunta, los géneros de didácticas y la docencia erotética universitaria*. Caracas UPEL-IPC. Versión impresa facilitada por el autor.
- Calabrese, J. (1999). *Ampliando las fronteras del reduccionismo, deducción y sistemas no lineales*. Segundo Coloquio de Colonia. Uruguay.
- Canghilhem, D. (1968). *Las ideas de los niños y el aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Ediciones Morata.
- Cárdenas, M. y Rivera, J. (2004), La teoría de la complejidad y su influencia en la escuela. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*. pp.131-141.
- Cudmani, L (2001). ¿Qué puede aportar la epistemología a los diseños curriculares en Física?. *Revista Ciência & Educação*, pp. 83-91.
- Etkina, E y Murthy, S. (2006). Using introductory labs to engage students in experimental design. *American Association of Physics Teachers*. Pág. 979-986.
- Fonseca, M., Hurtado, A., Lombana, C. y Ocaña, O., (2003), Aproximación a una Propuesta Didáctico- Experimental que Integre Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de las Oscilaciones de un Sistema Masa – Resorte. *Revista Colombiana de Física*. pp. 90-94.
- González, E. (1991), Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de Física. Tesis de Maestría. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. pp. 232-236.

ENSEÑANZA DE LAS LEYES DE MAXWELL A TRAVÉS DE LA INTERACCIÓN CON LOS FENÓMENOS

Héctor Velazco

(pp 83-101)

- González, E. y Pozo, J. (2010), *Enseñando algunos aspectos de la teoría del caos en el laboratorio de electricidad y magnetismo*. Actas delXXIV Congreso Chileno de educación en Ingeniería. Valdivia 28 al 30 de octubre del 2010.
- Guisasola, J., Almudí, J. y Zubimendi, J. (2003), Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. pp. 79-94
- Hernández, A., Neipp, C. y Meléndez, A., (2003). *Estudio del péndulo físico para introducir métodos numéricos de resolución de ecuaciones diferenciales no lineales*.
- Ladera, C. (1991). *Innovando hacia la Física del año 2000. [Resumen]. En Conferencia Interamericana sobre Educación en Física: trabajos libres*. Caracas: Universidad Simón Bolívar. pp.143
- Maldonado, C. (2003). El problema de la filosofía del conocimiento y el estudio de los sistemas complejos. *Praxis Filosófica*. Universidad del Valle. Colombia. pp 2-6
- Sámamo, M. (2010). La dinámica no lineal del aprendizaje en la innovación: bases para la construcción de un sistema complejo. [Consulta en línea].http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2010/MT14/SESSION1/MT141_MSAMANOR_239.pdf. [Consulta: 2012. Febrero, 24].
- Udías, Agustín (2004). *Historia de la Física: de Arquímedes a Einstein*. Editorial Síntesis.