

COLECCIÓN  
MENSAJES

# Innovación educativa en Iberoamérica: estudio de casos de investigación

Oscar Rafael Boude Figueredo  
y Erika Jaillier, compiladores



Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

Boude Figueredo, Oscar, compilador  
Innovación educativa en Iberoamérica: estudio de casos de investigación / Oscar Rafael  
Boude Figueredo y Erika Jaillier, compiladores – 1 edición --Medellín: UPB, 2020.  
334 páginas : ilustraciones a color; 14 x 21 cm. (Mensajes)  
ISBN: 978-958-764-796-9

1. Innovaciones educativas – 2. Tics (Tecnologías de Información y Comunicación)  
– 3. Tecnología Educativa – I. Jaillier, Erika, compilador– II. Título -- (Serie)

CO-MdUPB / spa / rda  
SCDD 21 / Cutter-Sanborn

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| © Eliana Bigai Núñez                           | © Ricardo Luciano Chaparro Aranguren |
| © Isabel Cristina Rodríguez Ordóñez            | © Claudia Ximena Pinilla Aguilar     |
| © Carolina Monserrath Ruilova Yangari          | © Hugo Alexander Rozo García         |
| © Carlos Alberto Barón Serrano                 | © Martha Sofía Prada Molina          |
| © Carlos David Martínez Ramírez                | © Juan Guillermo Cardona Buritica    |
| © Carol Julieth Aguilar                        | © Rosana del Carmen Betancur Ávila   |
| © Gabriel Elías Chanchí                        | © Juan Pablo Guzmán Uribe            |
| © María Isabel Vidal                           | © Magle Virginia Sánchez Castellanos |
| © Diana Elizabeth Escobar Lafuente             | © Sandra Patricia Guevara Núñez      |
| © Carlos Humberto Barreto Tovar                | © Diego Fernando Becerra R.          |
| © Larisa Enriquez Vázquez                      | © Marcela Benítez Mendivelso         |
| © Ronald Saúl Gutiérrez Ríos                   | © Hugo Rozo García                   |
| © Miguel Ángel Cárdenas Toro                   | © Lina Paola Sorza Rodríguez         |
| © Oscar Rafael Boude Figueredo                 |                                      |
| © Erika Jaillier Castrillón                    |                                      |
| © Editorial Universidad Pontificia Bolivariana |                                      |
- Vigilada Mineducación

Colección Mensajes

**Innovación educativa en Iberoamérica: estudio de casos de investigación**

ISBN: 978-958-764-796-9

DOI: <http://doi.org/10.18566/978-958-764-796-9>

Primera edición, 2020

Escuela de Ciencias Sociales

Facultad de Comunicación Social-Periodismo

CIDI. Grupo: GICU. Proyecto: Apropiación y fomento de la innovación social: evaluación de capacidades, seguimiento a transformaciones sociales y medición de impactos. Radicado: 104C-05/18-17.

**Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín:** Mons. Ricardo Tobón Restrepo

**Rector General:** Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

**Vicerrector Académico:** Álvaro Gómez Fernández

**Decano Escuela de Ciencias Sociales:** Ramón Arturo Maya Gualdrón

**Directora de la Facultad de Comunicación Social:** María Victoria Pabón Montealegre

**Editor:** Juan Carlos Rodas Montoya

**Coordinación de Producción:** Ana Milena Gómez Correa

**Diagramación:** Geovany Snehider Serna Velásquez

**Corrección de Estilo:** Pablo Cuartas

**Fotografía:** <https://www.freepik.es/fotos/fondo>

**Dirección Editorial:**

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2020

Correo electrónico: [editorial@upb.edu.co](mailto:editorial@upb.edu.co)

[www.upb.edu.co](http://www.upb.edu.co)

Telefax: (57)(4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

**Radicado:** 1875-08-07-19

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

conceptos

**Ventajas del uso de las TIC  
y laboratorios virtuales  
en la enseñanza de  
conceptos de electricidad y  
magnetismo con estudiantes  
de la Universidad  
Antonio Nariño**

*Advantages of the Use of the TIC and Virtual  
Laboratories in the Teaching of Concepts  
of Electricity and Magnetism with Students  
of the Antonio Nariño University*

*Diego Fernando Becerra R.*

*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada  
del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Legaria  
Universidad Antonio Nariño  
diego.becerra@uan.edu.co*

*Marcela Benítez Mendivelso  
Universidad San Buenaventura  
Marbemen2015@gmail.com*

## Resumen

La presente investigación aborda la incidencia del uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de conceptos abordados en la asignatura Electricidad y Magnetismo impartida a estudiantes de ingenierías de la Universidad Antonio Nariño UAN de Bogotá, teniendo en cuenta que la evolución y construcción de los conceptos por parte de los estudiantes es un aspecto relevante tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las ciencias y la necesidad de la conceptualización y de la construcción de un discurso científico en las aulas de clase. Para ello se realizó una investigación que se enmarca dentro de una estrategia para estudiantes de la asignatura de Electricidad y Magnetismo a lo largo de un semestre, y se aplica a grupos experimentales y de control (los mismos antes y después de aplicar la estrategia). Posteriormente, se propone un análisis por medio del factor de Hake y se descartan hipótesis nulas utilizando la prueba *t* de student. Esto da como resultado la posibilidad de diseñar, desarrollar e implementar estrategias de enseñanza de la física que implican cambios en las estructuras y diseño de clases, posibilitando así la innovación educativa en Colombia.

## Abstract

The present investigation deals with the incidence of the use of virtual laboratories in the teaching of concepts addressed in the electricity and magnetism, subject in the students of Engineering from the Universidad Antonio Nariño UAN in Bogota, taking into account the evolution and construction of concepts by students is an important aspect, both in teaching and learning of science. The need of the conceptualisation and the construction of a scientific discourse in the classroom, it conducted an investigation that are part of a strategy that arises for students of the subject of electricity and magnetism along an entire semester, applying to experimental groups and control the same pre and post before and after applying the strategy. Later analysis by means of the factor of Hake, and

discarding null hypothesis using student's t test. Resulting in Conclusion giving the possibility of designing, developing and implementing strategies of physics education that involve changes in structures and class design allowing for educational innovation in Colombia.

**Palabras clave**

TIC, Laboratorio Virtual, Electricidad y Magnetismo, Validación Test.

**Keywords**

ITC, Virtual Laboratory, Electricity and Magnetism, Test Validation.

## 1. Introducción

Al realizar un ejercicio de observación sobre las dificultades en el aprendizaje de los conceptos asociados a la física electromagnética, así como propuestas sobre el uso de entornos digitales para su enseñanza-aprendizaje, pocas veces se consideran los aportes del uso de los laboratorios virtuales que se encuentran disponibles en la red. La interacción de tecnología ligada a la comunicación (radio, televisión, telefonía convencional) y a la información (digitalización de contenidos, interfaces, telemática) ha crecido en las tres últimas décadas de forma vertiginosa. Los laboratorios virtuales seleccionados se enmarcan en una estrategia planteada para estudiantes de la asignatura de Electricidad y Magnetismo durante un semestre, se aplica a diferentes grupos experimentales y de control los pre y post. Se realiza el análisis por medio del factor de Hake, y se descartan hipótesis nulas utilizando la prueba t de student. En la propuesta se generan grupos de trabajo colaborativo tratando de que los estudiantes anticipen sus respuesta a unos fenómenos físicos con una "predicción", que luego realicen

una "observación" que da pie a una "discusión" y, por último, que lleguen a una "síntesis". Lo anterior corresponde a los pasos del ciclo PODS planteado en el aprendizaje activo de la física; sin embargo, se propone realizar una sustitución en la observación del fenómeno real por una animación, con el fin de evidenciar la relación de variables y realizar mediciones de distintos fenómenos físicos.

Este trabajo es pertinente y adecuado, aporta al diseño y desarrollo de propuestas de aula innovadoras utilizando las TIC. La UAN de Bogotá permite diseñar estrategias que posibiliten la implementación de laboratorios virtuales y, así, observar mejoras en los aprendizajes de los estudiantes de ingenierías.

Las TIC constituyen un campo de gran interés para muchos profesionales, siendo su uso cada vez mayor en todos los ámbitos de la vida. La educación no puede desconocer su papel como mediadoras en la comprensión y dinamismo de los contenidos propuestos en la escuela. Según Cabrero (2003), a las TIC se les asignan diferentes características que las hacen universales, tales como la interactividad, instantaneidad, inmaterialidad, innovación, calidad de imagen y sonido e interconexión, lo que las convierte en posibilitadoras de democratización de la educación.

## Aprendizaje Activo de la Física

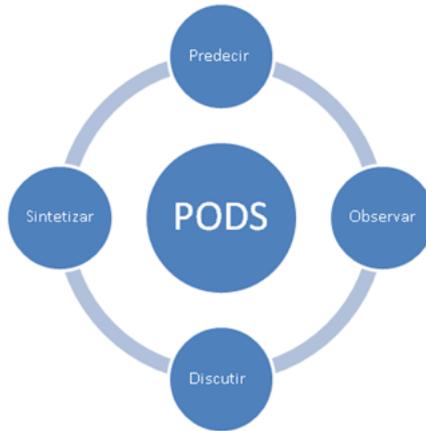
Distintas investigaciones comprueban que cuando los docentes orientan clases de una manera tradicional, los estudiantes no interiorizan los conceptos expuestos sino que solo memorizan procesos matemáticos. McDermontt & Shaffer (2001) comentan que después de que los estudiantes cursan una asignatura típica, muchos de ellos no están en la capacidad de contextualizar a situaciones aplicables los formalismos

físicos y matemáticos que han aprendido a situaciones diferentes a las que han memorizado. Por esta razón, Margalef & Álvarez (2005) sugieren diseñar estrategias de enseñanza que involucren al estudiante en la participación activa de su propio proceso de formación.

Para Raviolo & Álvarez (2012) el acto de educar y aprender se considera como una práctica que implica un conjunto de acciones con un propósito pedagógico. En este ejercicio se debe buscar y registrar lo que sucede, procurando realizar descripciones y explicaciones que contribuyan a una mayor interpretación de los hechos estudiados. En este sentido, Margalef (2005) resalta que “los estudiantes tienen que aprender por sí mismos, nadie aprende por otro, él tiene que transformar la información en conocimiento y este en sabiduría”. Como estrategia para reorientar las prácticas educativas surgen las de aprendizaje activo, que cumplen con el reto de generar cambios conceptuales y aprendizajes significativos en los estudiantes, destacándose como una herramienta esencial para la innovación educativa.

Dentro de estas estrategias de aprendizaje activo se enmarca el A.A.F, sobre el cual Sokoloff & Thornton (2004) afirman que es fuente de conocimiento activo y enseña a aprender. El profesor y los libros de texto son una guía y las observaciones realizadas del mundo físico real son fuente de conocimiento. Sokoloff et al. (2006), sostienen que en el A.A.F. los estudiantes efectúan predicciones, observaciones, discusiones y síntesis, formando así el ciclo de aprendizaje (PODS), con el objetivo de que actúen y reporten sus propios enfoques y resoluciones a las situaciones que se estén trabajando.

**Esquema 1.** Ciclo PODS



Otro aspecto relevante dentro del A.A.F. son las clases demostrativas interactivas, que siguen una estructura planeada por Sokoloff & Thornton (2004). Estos autores proponen que los estudiantes trabajen de manera colaborativa en equipos de trabajo de tres o cuatro integrantes, utilizando ocho pasos que pueden guiar una secuencia experimental para obtener resultados positivos. Estos son:

**Tabla 1.** Pasos para guiar una secuencia experimental bajo los lineamientos del A.A.F.

El docente debe describir las demostraciones y hacerlo en el aula de clase, sin tomar mediciones.
Se solicita a los estudiantes que se registren en forma personal en una hoja sus predicciones sobre el fenómeno de estudio. Esta es recogida, y se identifica por el nombre de cada estudiante. (Los estudiantes se aseguran de que esta hoja no se califique, aun cuando en algunos cursos a ellos se les recompensa con la asistencia y participación en estas sesiones )
Los estudiantes se agrupan en pequeños grupos de discusión con uno o dos de sus vecinos.
El docente es el encargado de elegir las predicciones comunes de toda la clase.
Los estudiantes registran sus resultados en una hoja final de predicción
El docente hace la demostración con medidas (por lo regular gráficas hechas por herramientas del laboratorio basadas en microcomputadoras) apoyándose en dispositivos existentes en su laboratorio (múltiples monitores, LCD, o proyector de computadora).
Algunos estudiantes describen los resultados y los discuten en el contexto de la demostración. Los estudiantes pueden llenar una hoja de resultados, idéntica a la de predicciones, la cual se puede llevar para futuros estudios
Los estudiantes, el instructor o ambos discuten fenómenos Físicos análogos, con diferentes datos (es decir diferentes situaciones físicas basadas en los mismos conceptos).

## Antecedentes

En la revisión bibliográfica se encontró que para la enseñanza y el aprendizaje del concepto de campo existen publicaciones en revistas como: Electrónica de Enseñanza de las ciencias, ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Cubana de Educación, Electrónica de estudios telemáticos, Of Physics Teachers, las cuales establecen que las dificultades que tienen los estudian-

tes en el aprendizaje de conceptos como campo, carga, campo eléctrico y campo magnético, son similares a las encontradas en el ejercicio docente que se realizó en la UAN. Por ejemplo, Furió & Guisasola (1998) plantean la necesidad de analizar las ideas que tienen los estudiantes, sobre la naturaleza del campo magnético, y discuten las implicaciones que tienen dichas ideas al momento de elegir los objetivos de enseñanza en magnetostática. Así, teniendo en cuenta las representaciones mentales que los estudiantes tienen de los fenómenos o eventos físicos, es posible describir las "categorías explicativas" en las cuales se ubican las diferentes concepciones. Los autores consideran que los estudiantes presentan confusión a la hora de identificar las fuentes de campo magnético, tienen dificultades para explicar las interacciones magnéticas y no tienen en cuenta la naturaleza relativista de dicho concepto.

Furió y Guisasola (1999) presentan una selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento, un breve análisis de las dificultades que los estudiantes tienen en la electrostática. Estos análisis nacen a partir de las numerosas investigaciones realizadas en la década de los noventa en torno a la enseñanza de la física. Se encontró que los estudiantes presentan dificultades en la interpretación de fenómenos electrostáticos básicos, como interacciones entre carga puntuales, fenómenos de inducción eléctrica.

Considerando la importancia del aprendizaje del concepto de campo, los autores coinciden en plantear que los estudiantes no conceptualizan de manera válida debido a los bajos niveles de explicación de invariantes y sus representaciones, donde existe el dominio de los aspectos procedimentales de las operaciones sobre el uso de predicados de mayor riqueza conceptual. También existen investigaciones que refieren las dificultades en la enseñanza del concepto de campo, como las

de Furió & Guisasola (1998), quienes presentan una estrategia de enseñanza cuyo enfoque e investigación dirigida permite la construcción del concepto de campo haciendo partícipe al estudiante de dicho proceso y permitiendo, a su vez, que este sea más significativo para el educando. Estos autores plantean la importancia de considerar la epistemología de la teoría eléctrica para potenciar el aprendizaje y a partir de ello construir una secuencia de enseñanza de los temas a tratar en un curso de electrostática.

Por otra parte, Periago & Bohigas (2000) identifican los esquemas y modelos conceptuales que utilizan los estudiantes de ingeniería al resolver situaciones de interacción, debido a la dificultad que existe cuando se presenta el análisis del concepto de campo eléctrico. Como conclusión establecen que, a pesar de la instrucción, los estudiantes confunden los conceptos de campo eléctrico y fuerza de interacción electrostática, porque la mayoría de ellos asocian la existencia de campo eléctrico en un punto a la presencia de carga eléctrica en dicho punto y además consideran que el signo de dicho campo depende del signo de la carga situada en el punto.

Rodríguez et al (2001) consideran, dentro del modelo de competencias integradas de la Universidad de Guadalajara, la importancia de relacionar los contenidos de la física con lo cotidiano, y proponen la enseñanza del concepto, sus fundamentos y aplicaciones. Sin embargo, en vista de que los fenómenos físicos electromagnéticos no son tan cotidianos para el estudiante (como sí lo son los fenómenos mecánicos) se propone la utilización de recursos didácticos integrados. Los autores concluyen, a partir de la implementación de la propuesta, que los estudiantes poseen un mejor dominio conceptual de la electricidad y magnetismo utilizando un modelo de competencias integradas.

Algunas de estas investigaciones que refieren a la enseñanza-aprendizaje del concepto de campo constatan que los estudiantes presentan dificultades en comprender situaciones en las que intervienen las fuentes de campo (magnético y eléctrico), fenómenos electrostáticos, movimiento de cargas, entre otros. De igual forma, la enseñanza de este concepto se hace compleja debido a su formalización, abstracción y relación con otros conceptos. Estudios sobre didáctica en enseñanza de las ciencias como los de Almundí (2003) Furió (2001) Greca y Moreira (1998) muestran la importancia de potenciar el proceso de enseñanza aprendizaje, implementando estrategias que le ayuden al estudiante a superar dichas dificultades, en las que este tome un papel activo en la construcción de su conocimiento y se logre un mayor acercamiento a la comprensión de los procesos y conceptos que utilizan las diversas ciencias, para explicar determinados hechos.

En referencia al uso de las TIC es una herramienta utilizada en la enseñanza de la física, en especial los laboratorios virtuales y el uso de materiales educativos digitales apoyados en simulaciones. Estos permiten la visualización del principio físico e inclusive la interacción con fenómenos, de modo que se relacionen las variables del mismo a través de herramientas dinámicas.

## Objetivos / hipótesis

La facultad de ciencias y el departamento de física de la UAN se propuso, en el año 2016, incluir las TIC y los laboratorios virtuales en el proceso de formación de los estudiantes en las carreras de ingenierías. En este sentido, se exploraron distintas plataformas de acceso libre como la de phetColorado, fisicalab, etc. El departamento de física de la UAN de Bogotá

ofrece distintas asignaturas y, entre ellas, la de Electricidad y Magnetismo, la cual dispone de una estructura de componentes curriculares y actividades definidas entre aspectos teóricos y laboratorios. Los cursos son de aproximadamente 50 estudiantes y, debido a la falta de material de laboratorio óptimo, el trabajo experimental se distribuye de tal manera que la mitad del curso realice actividad de práctica con material tangible un día a la semana mientras la otra mitad del curso realiza la actividad experimental virtual. A la semana siguiente se invierten las actividades.

La problemática encontrada no se centra solo en la falta de material de laboratorio óptimo. Por ejemplo, en un ejercicio de observación relacionado con la parte conceptual de electricidad y magnetismo se confirmaron las afirmaciones hechas por Fredette & Lockhead (1980), quienes afirman que los estudiantes resuelven exitosamente problemas mediante la aplicación de leyes como la de Ohm o Kirchhoff, entre otras. Sin embargo, no desarrollan una estructura conceptual coherente con las teorías científicas, pues se comprueba que al presentarle a los estudiantes situaciones cualitativas responden erróneamente. Así mismo, Sandoval & Mora (2009) comentan que los estudiantes tienen dificultades en la comprensión de conceptos como el campo y el potencial eléctrico, lo cual obstaculiza el establecimiento de una relación entre ellos.

En razón de este conjunto de problemáticas relacionadas con conceptos generales de electricidad y magnetismo, el departamento de física implementa laboratorios virtuales para la enseñanza con el objetivo de observar elementos sobre los aportes y ganancias de aprendizaje que se podrían obtener para los estudiantes de las carreras de ingenierías, iniciando con los estudiantes que cursan las asignaturas de Física Mecánica y Electricidad y Magnetismo. El estudio se centra en distintos

conceptos generales de la asignatura Electricidad y Magnetismo tales como, fuerza eléctrica, potencial eléctrico, resistencia y resistividad, circuitos eléctricos y ley de ohm, Capacitancia y ley de inducción de Faraday. La pregunta de investigación que centra este estudio.

¿Cuál es la ventaja en el aprendizaje de conceptos de Electricidad y Magnetismo al involucrar en los procesos de formación de estudiantes de ingeniería de la UAN actividades con laboratorios virtuales?

La hipótesis es la siguiente: después de implementar la estrategia que se compone de laboratorios virtuales en la enseñanza de conceptos de Electricidad y Magnetismo para estudiantes de Ingenierías de la UAN se notarán cambios positivos y significativos en los estudiantes en cuanto la construcción de una estructura conceptual apropiada para la solución de problemáticas de los fenómenos abordados.

Se propone diseñar una estrategia educativa basada en la aplicación de las TIC en la enseñanza de la física y orientada por el aprendizaje activo de la física A.A.F, en especial los laboratorios virtuales, con el fin de obtener mejores resultados en sus procesos de formación. Se inicia con la exploración de plataformas que ofrezcan laboratorios virtuales validados y de acceso libre para, a partir de ellos, construir y consolidar documentos de trabajo propios de la UAN enlazados con los contenidos programáticos de la asignatura Electricidad y Magnetismo y los laboratorios virtuales explorados y, luego, implementarlos bajo los lineamientos del A.A.F. con los estudiantes de ingenierías de la UAN. Posteriormente se busca diseñar, implementar y validar un test (pre y post) con el fin de medir las ganancias de aprendizaje de los estudiantes.

## 2. Metodología / método

Este A.A.F. se puede complementar con el uso de herramientas tecnológicas como lo plantea Thornton & Sokolof (1990), ya que éstas 1) permiten a los estudiantes dirigir su práctica sin gastar parte del tiempo en recolectar datos para su demostración; 2) los datos se pueden graficar en tiempo real y permiten a los estudiantes recibir retroalimentación inmediata y analizar los datos en forma comprensible; 3) debido al hecho de que los datos son rápidamente obtenidos y analizados, los estudiantes pueden examinar fácilmente las consecuencias de un número de cambios en las condiciones experimentales durante una sesión de laboratorio permitiendo observar una adecuada relación de variables de los fenómenos; 4) las herramientas de hardware y software son generales, es decir, independientes de los experimentos, por lo que los estudiantes son capaces de enfocarse en la investigación de muchos fenómenos físicos sin perder tiempo usando instrumentos más complicados.

Para la implementación en el aula de dichos laboratorios virtuales, se partió con una exploración de plataformas que posibilitan el trabajo con simulaciones validadas y de acceso libre, luego de hacer la exploración e identificación de cuáles laboratorios virtuales son óptimos para articularlos con las temáticas de la asignatura Electricidad y Magnetismo, se consolidaron documentos de trabajo que permiten hacer mediciones y relacionar variables presentes en los distintos fenómenos de dicha asignatura, con el fin de analizar si realmente aportan a los estudiantes en sus procesos de formación, o en qué medida mejoran los aprendizajes de los estudiantes, en un estudio particular para la población de la UAN con grupos experimentales

y grupos de control quienes abordan las temáticas de la asignatura bajo el trabajo con laboratorio virtuales y propuestas del A.A.F. No obstante, en el desarrollo del ciclo PODS se plantea una observación mediada por la visualización de fenómenos físicos por medio de simulaciones, se pretende no hacer una observación pasiva sino orientada al análisis en la relación de las variables implicadas en los fenómenos escogidos para llevar al aula. Los documentos producidos también se ajustan al formato de prácticas que lleva la Facultad de Ciencias de la UAN, lo cual genera que cada documento contenga una estructura general con un encabezado, los objetivos de cada documento, referentes conceptuales y marco teórico, actividades previas al laboratorio, procedimiento, análisis cuantitativos y cualitativos de los fenómenos, conclusiones y bibliografía.

## Test propuesto

Previo y posterior al trabajo que vincula el A.A.F. con el uso de laboratorios virtuales, y con el fin de evaluar si este fue efectivo o no, se diseñó e implementó un pre y postest de selección múltiple con única respuesta que consta de 23 preguntas. De acuerdo con los lineamientos de la UAN la nota máxima que puede obtener un estudiante es 5,0, y la nota mínima es de 0,0, por lo cual cada pregunta tiene un valor de 0,22. Este contó con la validación de expertos de profesores del departamento de Física de la UAN que pretenden hacer parte de una evaluación formativa y sumativa en la enseñanza de la física en cuanto a la comprensión de conceptos, relación de variables de distintos fenómenos y el funcionamiento de diferentes artefactos de la vida cotidiana que, para su funcionamiento, requieren de

avances científicos y tecnológicos. Los test están enfocados en conceptos que se abordan en los laboratorios virtuales como la Fuerza Eléctrica, Campo Eléctrico, Potencial Eléctrico, Capacitancia, Circuitos Eléctricos y Campo Magnético entre otros.

En el inicio del diseño del test, y para su posterior validación local, es necesario tener en cuenta los planteamientos hechos por Sandoval & Mora (2010) cuando definen tres modelos físicos de acuerdo con su relación con las teorías físicas:

**Modelo 1** – Correspondiente a un modelo correcto que concuerda con el modelo de los expertos.

**Modelo 2** – Correspondiente a un modelo parcialmente correcto o incorrecto concordando con una explicación inadecuada de los conceptos físicos, la cual es común en los estudiantes.

**Modelo 3** – Correspondiente a un modelo nulo en el cual la respuesta de los estudiantes no es coherente con las teorías explicativas de los fenómenos físicos.

Por ende, en cada pregunta del test propuesto se puede evidenciar para cada pregunta una opción de respuesta correspondiente al modelo 1 y otras 4 opciones correspondientes a los modelos 2 y 3.

Luego de aplicar los test antes de las actividades propuestas se procedió a realizar la confiabilidad del mismo, para ello se utilizó en el pretest el método de mitades partidas, que como comenta Hernández et al (2010), el total de los resultados del test se divide en dos mitades equivalentes y se comparan los resultados de ambas, el instrumento planteado es confiable si las puntuaciones de las dos mitades están correlacionadas,

del total de 140 pruebas presentadas en el grupo experimental los resultados de la mitad A es decir 70 estudiantes obtuvieron los siguientes resultados:

*Mitad A, promedio de 1,06*

**Tabla 2.** Resultados en los pretest de la primera mitad de los grupos experimentales

1,5	1	1,1	1	1	1,5	1,7	1,7	1,5	1,3
0,6	0,6	0,8	1	1,5	0,4	0,6	1,1	1,5	1
0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	1	1,7	0,9	0,9
0,9	0,5	0,9	0,9	1,1	1,7	2	0,6	1,7	1,7
2	0,9	0,9	1	1	0,9	1,5	2	0,9	0,9
1	0,9	1	0,5	1	0,9	0,9	1	1	1,5
1	0,9	0,7	1	1	0,5	0,9	0,5	2	0,9

Los resultados de la mitad B es decir 70 estudiantes obtuvieron los siguientes resultados (ver tabla 3):

*Mitad B, promedio de 1,00*

**Tabla 3.** Resultados en los pretest de la segunda mitad de los grupos experimentales

1,5	0,6	0,6	0,9	0,6	1,5	1,6	1,5	1,5	0,4
0,6	0,6	1,5	0,8	1,7	0,8	1,1	1,1	1,5	0,4
1,1	0,8	0,8	0,8	1	1,1	1	1,5	0,8	0,9
1,1	1,5	0,9	1	1,1	1,5	2	0,9	1,1	1,7
1,2	0,9	0,5	0,5	1	1	1,7	2,6	1	0,7
1	0,7	1	0,7	1,1	0,7	0,5	0,9	0,9	0,5
0,7	0,9	0,7	0,7	1,1	0,7	0,7	0,5	0,9	0,7

Luego de aplicar el pretest antes de iniciar la implementación de la propuesta se procedió a hallar la confiabilidad y la validez del instrumento aplicado, encontrando un coeficiente de correlación entre las matrices de las mitades A y B encontrando una confiabilidad aceptable.

$$r_p = 0,612$$

Posteriormente se halla la validez con la ecuación de Spearman-Brown.

$$r_{xx} = \frac{2r_p}{1 + r_p} = \frac{2 * 0,612}{1 + 0,612} = 0,759$$

Obteniendo una validez entre aceptable y elevada del test propuesto para iniciar la investigación.

Por otro lado, posterior a la aplicación de los postest a los grupos experimentales se analizó los resultados obtenidos para determinar el coeficiente alfa de Cronbach que permite medir la consistencia interna de los datos y, como comenta Hernández (2010), funciona para determinar la confiabilidad de los datos obtenidos, adquiriendo el siguiente valor:

**Figura 1.** Datos Obtenidos Alfa de Cronbach

**Resumen del procesamiento de los casos**

		N	%
Casos	Válidos	140	100,0
	Excluidos <sup>a</sup>	0	,0
	Total	140	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,556	24

Encontrando una confiabilidad aceptable.

$$r_p = 0,556$$

Posteriormente se halla la validez con la ecuación de Spearman-Brown

$$r_{xx} = \frac{2r_p}{1 + r_p} = \frac{2 * 0,556}{1 + 0,556} = 0,714$$

Obteniendo una validez entre aceptable y elevada del test propuesto para luego de culminar el trabajo con laboratorios virtuales de los grupos experimentales.

## Descripción de la población

La población universo del trabajo de investigación son los estudiantes de la UAN, la población son todos los estudiantes de ingenierías que cursan la asignatura Electricidad y Magnetismo y la muestra es de tipo probabilístico, para determinar el tamaño de la muestra se debe tener en cuenta que en el desarrollo del trabajo, el tamaño del universo son los estudiantes matriculados en la asignatura Electricidad y Magnetismo de la UAN de la sede Sur de Bogotá. El tamaño de la población  $N$  del estudio es de 190 estudiantes ( $N=190$ ) el error máximo aceptable es del 5% ( $e=0,05$ ), el porcentaje estimado de la muestra 50% ( $\sigma=0,5$ ) y el nivel deseado de confianza de la investigación es del 95% ( $Z=1,96$ )

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1) + (\sigma^2 Z^2)}$$
$$n = \frac{(190)0,5^2 1,96^2}{0,05^2(190 - 1) + (0,5^2 1,96^2)}$$
$$n = \frac{182,47}{1,3329}$$
$$n = 136,9$$

## 3. Resultados

Se encontró que para poder generalizar los resultados obtenidos a la población las actividades se deben implementar en como mínimo 137 estudiantes, que fueron distribuidos en

7 grupos experimentales y 4 grupos de control con 46 estudiantes en total.

## Factor de Hake.

Después de abordar la enseñanza de conceptos generales de electricidad y magnetismo mediante la vinculación de laboratorios virtuales con lineamientos del A.A.F. Al aplicar el pretest y postest se analizará la ganancia de aprendizaje por parte de los estudiantes de los grupos experimentales y de control. Hake (1998) propone una expresión matemática para calcular la ganancia relativa del aprendizaje en estudiantes que presentan evaluaciones de tipo selección múltiple por medio factor  $g$  de Hake, de acuerdo con los resultados obtenidos se podrá concluir si efectivamente los documentos construidos con su metodología de trabajo, las herramientas llevadas al aula y su metodología fueron efectivas y cumplieron los objetivos trazados. La expresión matemática es:

$$g = \frac{(\%postest) - (\%pretest)}{5,0 - (\%pretest)}$$

Siendo 5,0 la nota máxima que pueden obtener los estudiantes en la UAN De acuerdo a los resultados obtenidos se establece tres rangos de medida de la ganancia de aprendizaje.

- Zona de ganancia alta sí el factor de Hake cumple con  $g \geq 0,7$
- Zona de ganancia media sí el factor de Hake cumple con  $0,3 \leq g < 0,7$
- Zona de ganancia baja sí el factor de Hake cumple con  $g < 0,3$

Para establecer el nivel de ganancia de aprendizaje y examinar la efectividad del trabajo, se utilizará el parámetro antes

mencionado analizando la cantidad de respuestas acertadas en los pre y postest en los grupos experimentales y de control.

A continuación se muestra la tabla 4 con los resultados generales en el pretest de los estudiantes de los grupos experimentales, numerando desde el 1 al 140 los estudiantes que lo respondieron.

**Tabla 4.** Resultados en los pretest de los grupos experimentales.

<b>Resultados Pretest con un total de 23 preguntas para los Grupos Experimentales</b>							
<b>Estudiante</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Porcentaje %</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Porcentaje %</b>
1	1,5	36	1,7	71	1,5	106	1,5
2	1	37	2	72	0,6	107	2
3	1,1	38	0,6	73	0,6	108	0,9
4	1	39	1,7	74	0,9	109	1,1
5	1	40	1,7	75	0,8	110	1,7
6	1,5	41	2	76	1,5	111	1,2
7	1,7	42	0,9	77	1,6	112	0,9
8	1,7	43	0,9	78	1,5	113	0,5
9	1,5	44	1	79	1,5	114	0,5
10	1,3	45	1	80	0,4	115	1
11	0,6	46	0,9	81	0,6	116	1
12	0,6	47	1,5	82	0,6	117	1,7
13	0,8	48	2	83	1,5	118	2,6
14	1	49	0,9	84	0,8	119	1
15	1,5	50	0,9	85	1,7	120	0,7
16	0,4	51	1	86	0,8	121	1
17	0,6	52	0,9	87	1,1	122	0,7
18	1,1	53	1	88	1,1	123	1
19	1,5	54	0,5	89	1,5	124	0,7
20	1	55	1	90	0,4	125	1,1
21	0,8	56	0,9	91	1,1	126	0,7
22	0,8	57	0,9	92	0,8	127	0,5
23	0,8	58	1	93	0,8	128	0,9
24	0,6	59	1	94	0,8	129	0,9
25	0,6	60	1,5	95	1	130	0,5
26	0,6	61	1	96	1,1	131	0,7
27	1	62	0,9	97	1	132	0,9
28	1,7	63	0,7	98	1,5	133	0,7
29	0,9	64	1	99	0,8	134	0,7
30	0,9	65	1	100	0,9	135	1,1
31	0,9	66	0,5	101	1,1	136	0,7
32	0,5	67	0,9	102	1,5	137	0,7
33	0,9	68	0,5	103	0,9	138	0,5
34	0,9	69	2	104	1	139	0,9
35	1,1	70	0,9	105	1,1	140	0,7

A continuación se muestra la tabla 5 con los resultados generales en el postest de los estudiantes de los grupos experimentales, numerando desde el 1 al 140 los estudiantes que lo respondieron.

**Tabla 5.** Resultados en los postest de los grupos experimentales.

Resultados Postest con un total de 23 preguntas para los Grupos Experimentales							
Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %
1	4,2	36	3,8	71	4,2	106	3,9
2	4,4	37	3,8	72	2,6	107	3,8
3	4,4	38	3,6	73	4,4	108	3,9
4	4,7	39	4	74	3,5	109	3,4
5	4	40	3,8	75	4,2	110	3,1
6	4,3	41	3,8	76	3,7	111	3,6
7	4,1	42	4	77	3	112	4,5
8	3,8	43	3,6	78	3,3	113	3,8
9	4,1	44	3,5	79	3,4	114	4,3
10	4,6	45	3,1	80	3,9	115	4
11	4,1	46	4,2	81	3,7	116	3,8
12	4,8	47	3,1	82	4	117	3,5
13	4,2	48	4,2	83	4,4	118	3,5
14	3,8	49	3,7	84	4	119	3,9
15	3,9	50	2,9	85	3,7	120	3,8
16	4,3	51	4,2	86	3,9	121	3,6
17	4,1	52	3,8	87	2,6	122	4,1
18	3,5	53	3,6	88	3,3	123	3,7
19	5	54	4,4	89	4,4	124	3,1
20	3,4	55	3,7	90	4,2	125	3,4
21	3,7	56	3,5	91	3,9	126	3,7
22	3,7	57	4	92	4	127	3,4
23	3,3	58	3,4	93	3,6	128	4,5
24	3,4	59	3,7	94	3,2	129	4
25	3,5	60	3,8	95	3,5	130	4,6
26	3,5	61	3,2	96	3,5	131	3,1
27	5	62	4,4	97	3,1	132	4,2
28	3,5	63	4,4	98	4	133	3,4
29	3,7	64	3,7	99	3	134	4,4
30	4,5	65	3,7	100	3,6	135	4,5
31	5	66	3,8	101	3,7	136	3,6
32	3,4	67	3,5	102	4	137	3,7
33	3,6	68	3,4	103	3,4	138	3,4
34	3,4	69	4,4	104	3,8	139	3
35	5	70	4,4	105	3,1	140	3,1

A continuación se muestra la tabla 6 con los resultados generales en el pretest de los estudiantes de los grupos de control, numerando desde el 1 hasta el 46 los estudiantes que lo respondieron.

**Tabla 6.** Resultados en los pretest de los grupos de control.

Resultados Pretest con un total de 23 preguntas para los Grupos de Control							
Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %
1	1	13	2,2	25	0,9	37	1,5
2	1,5	14	2,1	26	0,5	38	1,1
3	0,7	15	1,9	27	1,7	39	1,3
4	0,9	16	1,7	28	1,9	40	1,7
5	0,9	17	1	29	0,7	41	1,5
6	1,7	18	1,1	30	1,7	42	1
7	2,2	19	2,2	31	1,9	43	0,9
8	2,3	20	1,7	32	0,7	44	1,7
9	1,9	21	0,7	33	1,7	45	0,7
10	1,7	22	1,9	34	1,9	46	1,9
11	0,5	23	2,1	35	0,7		
12	1,9	24	0,7	36	0,9		

Ahora se muestra la tabla 7 con los resultados generales en el postest de los estudiantes de los grupos de control, numerando desde el 1 hasta el 46 los estudiantes que lo respondieron.

**Tabla 7.** Resultados en los postest de los grupos de control.

Resultados Postest Grupos de control							
Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %	Estudiante	Porcentaje %
1	3,1	13	2,5	25	3,4	37	3,3
2	2	14	3,6	26	3,1	38	2,5
3	2,5	15	3,6	27	3,6	39	2
4	3,4	16	2,5	28	3,6	40	3,6
5	3,7	17	2,8	29	3,6	41	2,9
6	3,7	18	3	30	3,1	42	3,5
7	3,5	19	3,6	31	2,4	43	3,5
8	3,6	20	3,3	32	3	44	2,7
9	2,3	21	3	33	3	45	2,4
10	3,4	22	3,1	34	3,3	46	3,1
11	3	23	3,4	35	3		
12	3,1	24	3	36	3,1		

A partir de los resultados mostrados en las tablas 4 a 7, se hallan los promedios de cada grupo para calcular la ganancia de Hake para los grupos experimentales y de control:

**Tabla 8.** Porcentajes promedio de los pre y postest de los grupos experimentales y de control

Grupos Experimentales		Grupos de Control	
Pretest	Postest	Pretest	Postest
1,03	3,81	1,40	3,06

**Tabla 9.** Ganancias de Hake para los grupos experimentales y de control

Grupos Experimentales	Grupos de Control
$g = \frac{3,81 - 1,03}{5 - 1,03} = 0,70$	$g = \frac{3,06 - 1,40}{5 - 1,40} = 0,46$

En el gráfico se pueden observar las ganancias de Hake para los grupos.

**Gráfico 1.** Ganancias de Hake para los grupos experimentales y de control



Del gráfico se puede observar que para el test propuesto en la investigación el valor de g para el grupo experimental es de 0,70 la cual es una ganancia alta y que, a su vez, los grupos de control demostraron una ganancia de 0,46 que es una ganancia media.

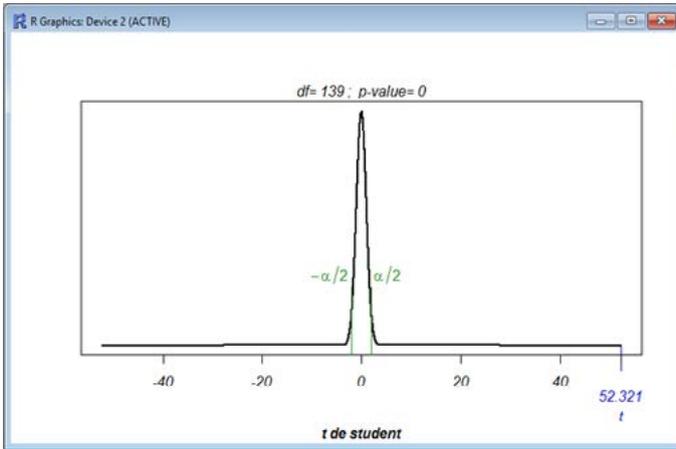
Así mismo, para analizar qué tan significativo es el trabajo propuesto con los laboratorios virtuales, se aplicó la prueba t de Student a los datos de las tablas 6 a 9 con el programa Microsoft Excel, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 10.** Análisis t de student para el test general

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	3,807857143	1,030714286
Varianza	0,234398253	0,167898767
Observaciones	140	140
Coefficiente de correlación de Pearson	0,019808305	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	139	
Estadístico t	52,32062977	
P(T<=t) una cola	1,22523E-93	
Valor crítico de t (una cola)	1,65889868	
P(T<=t) dos colas	2,45046E-93	
Valor crítico de t (dos colas)	1,977177724	

La gráfica de distribución para el test, se muestra en la figura:

**Figura 2.** Curva t de student para el test general.



La hipótesis nula para este caso es que "no hay diferencia significativa entre la media del pre-test y la del pos-test". En esta gráfica se puede apreciar claramente que el valor de t queda fuera del área de aceptación de la hipótesis nula; por lo tanto, esta se rechaza, demostrando que la aplicación de la estrategia de aula propuesta sí es significativa.

## 4. Conclusiones

En el contexto de la educación universitaria en Colombia es posible diseñar, desarrollar e implementar estrategias de enseñanza de la física que implican cambios en las estructuras y diseño de clases posibilitando así la innovación educativa, como

lo es esta estrategia basada en los lineamientos propuestos del A.A.F. y mezclada con la TIC que permiten mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.

En comparación con el grupo de control, el grupo experimental en el que se implementó la estrategia obtuvo mayores ganancias de aprendizaje, lo cual permite afirmar que la estrategia de aula propuesta junto con las herramientas que la componen permite mejorar la enseñanza de conceptos generales de Electricidad y Magnetismo en estudiantes de ingeniería de la UAN.

## Referencias bibliográficas

- Cabrero, J. (2003). Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación como un espacio para los pueblos iberoamericanos. *Comunicar*, 159-167.
- Fredette, N. y Lockhead, J. (1980). Students conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, March, 194-198.
- Furió, C. & Guisasola, J. (1998). Dificultades de Aprendizaje de los Conceptos de Carga y Campo Electrico en Estudiantes de Bachillerato y Universidad. *Enseñanza de las ciencias* 16 (1), 131-146.
- Furio, C. & Guisasola, G. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en elctrostatica. Argentina: Universidad del pais Vasco.
- Greca I. M. (2003). Modelos mentales y aprendizaje de física en electricidad y magnetismo. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 289-303.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Am.J.P* 66, 64-74
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la investigación*. Ed. Mc. Graw Hill.
- Margalef, L. (2005). Innovar desde dentro: transformar la enseñanza más allá de la convergencia europea. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37, (3), 112

- Margalef, L. & Álvarez, J. (2005). la formación del profesorado universitario para la innovación en el marco de la integración del espacio europeo de educación superior. *Revista de Educación*, núm. 337 pp. 51-70.
- McDermontt, L. C., & Shaffer, P. S. (2001). *Tutoriales Para Física introductoria*. Buenos Aires: Pearson
- Raviolo, A. & Alvarez, M. (2012). Uso y creación de simulaciones en la formación del profesorado: Unidad didáctica sobre el movimiento oscilatorio armónico. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol. 6, No. 4.
- Rodríguez, Et AL. (2001). *La Enseñanza del Electromagnetismo: Una Experiencia dentro del Modelo de Competencias Integradas en la Universidad de Guadalajara*. IX Congreso de Investigación Educativa en México. Guadalajara.
- Sandoval, M. (2009). *Aprendizaje Activo del campo eléctrico en estudiantes de ingeniería*. Doctorado en Ciencias en Física Educativa – CICATA LEGARIA I.P.N.
- Sandoval, M & Mora, C. (2010). Problemas de la enseñanza aprendizaje en una clase tradicional: Dificultades en estudiantes de nivel medio superior para relacionar el campo eléctrico con el potencial eléctrico. *VXII Taller Internacional: Nuevas tendencias en la enseñanza de la Física*, Puebla México.
- Sokoloff, D. et al (2006). *Active Learning in Optics and Photonics*. 1th edition. UNESCO. Paris, France.
- Sokoloff, D. & Thornton, R. (2004). *Interactive Lecture Demonstration Active Learning in Introductory Physics*. USA: John Wiley & Sons Inc.
- Thornton, R. & Sokolof, D. (1990). Learning motion concepts using time microcomputerbased laboratory tools. *Am. J. Phys.* Vol. 58.