

## Experimento real y simulación como herramientas de apoyo para lograr aprendizajes significativos en la asignatura Laboratorio de Física II

Edie Debel<sup>1</sup>, Marisol Cuicas<sup>2</sup>, Luisa Casadei<sup>2</sup> y Zulma Alvarez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda". Decanato del Área de Tecnología. Núcleo El Sabino. Punto Fijo. Estado Falcón. <sup>2</sup>Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". E-mail: ediedebel@yahoo.com; mcuicas@ucla.edu.ve; luisacasadei@ucla.edu.ve; zulmaa@ucla.edu.ve

### Resumen

---

La investigación tiene como objetivo mostrar una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del Laboratorio de Física II donde se emplean conjuntamente simulaciones y experimentaciones reales. Dicho estudio se realizó en la carrera de ingeniería mecánica del Decanato del Área de Tecnología de la UNEFM. La investigación tuvo un diseño cuasi-experimental, con la participación de grupos control y experimental. Para el contraste de hipótesis se usó la prueba *t* de Student. Se consideraron los pre-laboratorios, post-laboratorios, informes escritos y asignaciones escritas para establecer el rendimiento académico. Además, se aplicaron los instrumentos: lista de cotejo, cuestionario de actitudes tipo escala Likert y entrevista semi-estructurada para complementar los resultados. Los datos recogidos se analizaron usando estadística descriptiva. Los hallazgos de la investigación fueron: (a) el rendimiento mejoró y no necesariamente se incrementa con una mayor exposición de los estudiantes a las estrategias, y (b) la actitud de los estudiantes hacia las actividades del Laboratorio de Física II fue positiva y no necesariamente se incrementa con una exposición mayor a las estrategias. Por lo tanto, dicha propuesta puede ser utilizada para encaminar la acción formativa bajo una metodología constructivista centrada en el estudiante.

**Palabras clave:** Estrategias de aprendizaje, tecnología educativa, simulaciones.

# Simulation and Real Experiment as a Support tool to Achieve Meaningful Learning at the Physics Lab

## Abstract

The goal of this research is to give a didactic proposes for the teaching and learning process of physics lab II in which it was used simulations and real experiments. This study was made at the faculty of Technology, School of Mechanical Engineering of the UNEFM. The research had an almost experimental design with the participation of experimental and control groups. For the hypothesis contrast it was used the *t*-student test. A pre lab, post labs written informs, and written assignments were considered for the academic evaluation. The fallowing instruments were used: Comparison list, Likert attitude questionnaire and a semi structured interview for results complementary. The data taken were analyzed using descriptive statistics. The Research findings were: (a) improved academic achievement, it doesn't improve by exposing the students to strategies, (b) the student attitude towards the physics II lab was positive and it doesn't increase by exposing them to the strategies. Therefore, the propose may be used to guide the learning process under a constructivist methodology based on the student.

**Key words:** Learning strategy, educational technology, simulations.

## Introducción

La importancia de las ciencias en la formación de ingenieros ha sido discutida en foros nacionales e internacionales. Según Garza (1999) y Nieto (2004), el estudiante de ingeniería debe contar con una preparación sólida en ciencias que le permita: obtener e integrar conocimientos significativos, razonar y ser creativo e innovador en la solución de problemas. Estas circunstancias obligan a repensar en su formación para que adquiera disciplina de autoaprendizaje y de actualización continúa. Para ello, se hace necesario reconsiderar qué, cuánto y cómo se enseñan las ciencias (Garza, 1999).

Una de las preocupaciones del docente universitario es el uso de estrategias centradas en el estudiante que garanticen buenas prácticas educativas. Un ejemplo de ello se evidencia en el Decanato del Área de Tecnología (DAT) de la Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda" (UNEFM). Actualmente en el Laboratorio de Física del DAT se utilizan métodos tradicionales de enseñanza. Metodologías criticadas pues se fundamentan en aprendizajes memorísticos y repetitivos (Segura y Chacón, 1996). Esta situación, convierte las experiencias del laboratorio en simples ilustraciones que siguen recetas, incu-

riendo en versiones alejadas de la forma como se elabora el conocimiento científico (Gil, 2001).

Para dar una visión correcta del trabajo científico es preciso proporcionar una imagen real de lo que constituye una verdadera actividad de experimentación (Gil, 2001). Aquí las actividades de laboratorio juegan un rol esencial permitiendo identificar y comprender rasgos propios del trabajo científico, esto implica construir conocimientos a través de un proceso de elaboración que ocurre cuando la persona "selecciona, organiza y trasforma la información de diferentes fuentes y establece relaciones entre éstas y sus ideas" (Argüelles y Nagles, 2007: 86).

Según Gil (2001) y Fonseca *et al.* (2006), un laboratorio es una excelente herramienta para la enseñanza de las ciencias, pues brinda al estudiante la posibilidad de aprender a aprender a partir de la experiencia; estimulando la curiosidad, el placer por la investigación y el descubrimiento. Para Kofman y Mamprin (2000), el laboratorio facilita aprendizajes significativos pues el discente: (a) explora, manipula, sugiere hipótesis, comete errores y aprende de ellos; y (b) conceptualiza e internaliza leyes y fenómenos físicos, ayudando al educando a adquirir habilidades para el aprendizaje autónomo (Melaré, 2007).

Actualmente, la enseñanza de la física comienza a caracterizarse por el uso del software de simulación, debido a su utilidad para lograr la interacción del discente en situaciones de aprendizaje que lo conduzcan a construir conocimientos (Fonseca *et al.* 2006). Para ello, el software debe emplearse como herramienta cognitiva, es decir como socio intelectual del aprendiz para favorecer el pensamiento crítico y el aprendizaje de nivel superior (Cuicas *et al.* 2007).

Kofman (2000), señala que el modelo educativo subyacente en estas herramientas tecnológicas es el constructivismo. Esta teoría establece la construcción de significados sobre la base de vivencias, aportes y criterios personales, estructuras cognitivas y destrezas adquiridas (Moreira, 2004). Dicha construcción, incluye la aportación activa y global del estudiante, su disponibilidad y conocimientos previos en el marco de una situación interactiva (Díaz y Hernández, 2002), donde el profesor actúa como mediador, orientador y guía de manera explícita y deliberada (Fuentes y Herrera, 2002).

Para Kofman y Mamprin (2000), estos software son herramientas útiles para diseñar experiencias en el laboratorio, pues involucra al estudiante en el quehacer científico, desarrollando su habilidad para enfrentar problemas y su capacidad para el trabajo colaborativo. Destacan que su uso requiere del docente un proceso previo de aprendizaje, elaboración y planificación.

Ortega *et al.* (2001), señalaron que el software de simulación permite una auténtica tarea de investigación: (a) manejar variables no accesibles a la realidad; (b) desarrollar un trabajo exploratorio; (c) tomar decisiones, formular hipótesis, proporcionar argumentos; (d) incrementar la motivación, participación activa y las habilidades para aprender; y (e) visualizar fenómenos físicos que escapan a la constatación experimental. Sin olvidar, que su uso requiere estrategias que permitan la participación del estudiante para construir conocimientos a través de la exploración activa y la experimentación (Fuentes y Herrera, 2002).

Kofman (2001), destaca que al emplear simulaciones el docente debe: (a) tener una noción clara del modelo físico y matemático del software, sus posibilidades y limitaciones; (b) definir una producción didáctica en función a los objetivos pedagógicos; y (c) fomentar el rol de asesor o estimulador de saberes.

De igual modo Marchisio *et al.* (2004), señalan que integrar el software de simulación en la realización de tareas específicas ayuda a la comprensión de contenidos abstractos. Sugieren realizar actividades con distinto nivel de

complejidad, orientadas a desarrollar procesos de búsqueda de conocimientos que requieran el uso de simulación, lecturas, análisis y otros recursos.

Para Fonseca *et al.* (2006), estos software son útiles para hacer ensayos sobre la realidad construyendo conocimiento sobre base de la experiencia. Así, el aprendizaje será duradero y significativo para el estudiante pues encontrará sentido a los conocimientos y percibirá un estrecho contacto con la realidad. Su adecuado uso permite incrementar la productividad, desarrollar habilidades para el trabajo científico y realizar acercamientos comprensivos al problema.

Lo expuesto permite fundamentar la investigación y señalar la importancia que debe darse a las simulaciones en el área de la física, considerando que lo principal no es dicha herramienta sino la forma como se usa (Kofman y Mamprin, 2000). De allí, que esta herramienta puede ser útil para incluir metodologías centradas en el estudiante donde la actividad en el laboratorio sea una situación interactiva, que permita en el educando interactuar entre la teoría y la práctica.

Tomando como base lo expuesto, esta investigación utilizó estrategias de enseñanza para el Laboratorio de Física II del Decanato del Área de Tecnología de la Universidad Experimental “Francisco de Miranda”, integrando simulaciones y experimentaciones reales. Para ello, se integró el software de libre distribución Multisim al trabajo intelectual del estudiante, usándose como herramienta cognitiva. De esta forma, el software facilitó el aprendizaje y el proceso de atribución de significados a los conocimientos por aprender (Jonassen, 1996; Cuicas *et al.* 2007).

La investigación se planteó para dar respuesta a las siguientes interrogantes: (a) ¿qué relación existe entre el uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el empleo de simulaciones y el rendimiento académico de los estudiantes? y (b) ¿qué relación existe entre el uso de estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el empleo de simulaciones y la actitud de los estudiantes hacia las actividades del laboratorio?. Estas preguntas surgieron del interés de introducir alternativas didácticas que promuevan el fomento de experiencias de aprendizajes integrando el experimento real y el software de simulación a las actividades académicas del Laboratorio de Física II, de la carrera de Ingeniería Mecánica del DAT.

### **Metodología utilizada en el estudio**

Se adoptó un diseño cuasi-experimental que permitió realizar un estudio comparativo entre el grupo experimental (GE) y grupo control (GC). En este diseño, se manipu-

ló la variable estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en simulaciones para observar su efecto en el rendimiento académico de los estudiantes. Además, se utilizó el programa estadístico SPSS, el cual permitió realizar los cálculos de la prueba  $t$  de Student, de la normalidad de los datos, la media y la desviación estándar para el análisis estadístico.

Las hipótesis nulas y alternativas planteadas en el estudio fueron:

#### 1. Hipótesis Nulas

1.1. No existe relación entre la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones y el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura Laboratorio de Física II.

1.2. No existe relación entre la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones y la actitud de los estudiantes hacia las actividades del Laboratorio de Física II.

#### 2. Hipótesis alternativas

2.1. Existe relación entre la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones y el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura Laboratorio de Física II.

2.1.1. Cuanto mayor sea la exposición de los estudiantes a las estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones mayor será su rendimiento académico en la asignatura Laboratorio de Física II.

2.2. Existe relación entre la utilización de estrategias de enseñanza-de aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones y la actitud de los estudiantes hacia las actividades del Laboratorio de Física II.

2.2.1. Cuanto mayor sea la exposición de los estudiantes a las estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones, más favorable será su actitud hacia las actividades del Laboratorio de Física II.

El estudio se llevó a cabo en el DAT con 24 estudiantes inscritos en la asignatura Física II. La misma, es de carácter obligatorio, semestral, tiene 4 horas teóricas y 3 horas de práctica, correspondientes al Laboratorio de Física II. El grupo estuvo conformado por estudiantes de ambos sexos, con edad promedio de 21 años, provenientes de un estrato socioeconómico medio-bajo. No tenían experiencia en el uso del software Multisim.

La sección de Laboratorio de Física II donde se llevó a cabo el estudio se dividió en forma aleatoria en dos grupos de 12 sujetos (GE y GC). Al GE se le aplicó el tratamiento, y el GC recibió sus las clases de manera habitual. Dicha actividad estuvo a cargo del investigador y cubrió un tiempo

estimado de 6 semanas. Los grupos fueron equivalentes con relación a: equipo docente (profesor y ayudantes de laboratorio), evaluaciones, tareas a cumplir por los estudiantes, clases teóricas impartidas por el investigador (mismos días y horarios).

La estrategia didáctica aplicada se enfocó en la construcción o reconstrucción de los conceptos físicos y habilidades para el trabajo en el laboratorio. La idea central fue fomentar el trabajo colaborativo, donde el aprendiz debió tomar un rol activo en el proceso de aprendizaje. La estrategia se llevó a cabo en tres etapas:

1. Preinstruccional, preparó al docente en qué y cómo iba a aprender. En esta fase se explicó en qué consistía la experiencia, el sistema de evaluación, las actividades a realizar en el laboratorio de computación, el manejo del software y las tareas que debían realizar fuera de las sesiones formales de clase.

2. Instruccional, promovió la adquisición de un aprendizaje significativo, fomentando el trabajo colaborativo e investigativo entre los propios estudiantes y el docente. Las estrategias aplicadas al GE, incluyeron la realización de prácticas de laboratorio utilizando el software para despertar en el estudiante la curiosidad, la motivación hacia la búsqueda de informaciones y dándole oportunidades para la creatividad. Para ello, el estudiante se involucró en actividades que le permitieron probar hipótesis, ensayar explicaciones, analizar resultados, variar parámetros, hacer inferencias, elaborar conclusiones, buscar información y comunicar resultados. Se realizaron actividades de evaluación formativa, donde el investigador intervino solo como guía del aprendizaje. Además, se facilitó material instruccional considerando los objetivos a lograr. Las actividades se cumplieron en dos fases:

En la primera fase, se realizó una práctica virtual en el laboratorio de computación usando el software de libre distribución Multisim como apoyo a la actividad intelectual del estudiante. El mismo, fue utilizado para simular los componentes e instrumentos necesarios para analizar, diseñar y verificar circuitos eléctricos. En la segunda fase, se realizó la práctica real en el Laboratorio de Física II.

3. Postinstruccional, promovido por la acción crítica de nuevas situaciones a través de discusiones guiadas, para comprobar la transferencia de los conocimientos.

Para la recolección de datos, se administró al inicio de la intervención una prueba escrita, tanto al GE como al GC, determinar el nivel de los conocimientos previos de los estudiantes relacionados con los contenidos teóricos de física II. Estos contenidos son prerrequisitos para el lo-

gro de los objetivos de las prácticas: Ley de Ohm, Reglas de Kirchhoff y Circuitos RC. La prueba tuvo un valor máximo de 20 puntos, estructurada en dos partes: 9 preguntas de respuestas cortas y 4 de desarrollo. Los resultados de la misma permitieron evidenciar si la variable conocimientos previos podría afectar la validez del estudio.

Se recolectaron datos cualitativos y cuantitativos. Los cuantitativos correspondieron a las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la aplicación de una prueba de conocimientos previos, las pruebas de rendimiento académico, los informes correspondientes a cada práctica, la elaboración de una asignación escrita, y la aplicación del cuestionario de actitudes tipo escala Likert. Los datos cualitativos se obtuvieron a través de entrevistas semi-estructuradas al GE y el registro de observaciones obtenido de la lista de cotejo, tanto para las actividades realizadas por el GE en el Laboratorio de Computación, como para las actividades realizadas por los GE y GC en el Laboratorio de Física II.

La entrevista semi-estructurada se realizó de manera individual y permitió recoger información complementaria sobre el logro de los conocimientos de procedimientos en los discentes. Para su análisis, los datos se agruparon, categorizaron, codificaron y tabularon.

## Análisis y discusión de los resultados

Los datos obtenidos de la prueba de conocimientos previos se muestran en la Tabla 1. Antes del tratamiento, el resultado obtenido del cálculo de  $t$  fue 1.42, el cual al compararlo con la  $t$  esperada (2.20), determinó que los grupos no difirieron significativamente con un nivel de significancia de 5%.

En las calificaciones obtenidas en la prueba de conocimientos previos, se notó que el GC y el GE tuvieron deficiencias antes del tratamiento. Para solventar las mismas, se identificaron en la prueba los conceptos y procedimientos donde los estudiantes presentaron fallas. Luego, se diseñó un material instruccional que fue desarrollado antes de cada práctica. Dicho material, sirvió de “puente entre

lo que el estudiante ya sabe y lo que debe saber con el fin de que el nuevo material pueda aprenderse de manera significativa” (Moreira, 2000: 18).

La prueba de conocimientos se aplicó nuevamente después del tratamiento. La misma sirvió para comparar los logros obtenidos por los estudiantes tanto al inicio como al final de la intervención. Se pudo observar que la  $t$  de Student fue 6.29, con un nivel de significancia de 5%. Al comparar el mismo con el valor  $t$  esperado (2.20), se determinó que los grupos difirieron significativamente. Además, comparando los resultados de las medias se puede observar mayor rendimiento del GE con relación al GC.

El rendimiento académico en la asignatura Laboratorio de Física II, fue determinado por el nivel de aprendizaje logrado con relación a los conocimientos teóricos y de procedimientos abordados en las prácticas. Para obtener el mismo se consideraron las pruebas de rendimiento académico, los informes de las prácticas y las asignaciones escritas.

A las pruebas escritas realizadas en el laboratorio, pre-laboratorios y post-laboratorios, se les calculó la media y la desviación estándar. Los resultados obtenidos fueron: (a) Práctica Ley de Ohm, indica resultados similares y homogéneos en los dos grupos, siendo la dispersión de los datos un poco mayor en el GE; (b) Práctica Reglas de Kirchhoff, los resultados reflejaron una mejora en las calificaciones obtenidas por el GE; y (c) Práctica Circuitos RC, se observó que el valor medio de las calificaciones del GE fue mayor. Comparando los resultados de la Tabla 2 se puede evidenciar que las calificaciones del GC fueron menores que las obtenidas por el GE. Así mismo, se observa que las calificaciones del GE mejoraron en la medida en que se realizaron las prácticas.

La Tabla 3 muestra a continuación los resultados de los informes correspondientes a cada práctica. En ella, se aprecia que el valor de la media obtenido en las calificaciones del GE en los informes fue mayor que la del GC. Además, las calificaciones mejoraron en la medida en que se realizaron las prácticas de laboratorio.

Tabla 1. Resultados de la prueba de conocimientos antes y después del tratamiento.

	Grupos	Media	Desviación estándar	$t$	$p$
Antes	Experimental	8.12	0.67	1.42	0.18
	Control	7.67	0.68		
Después	Experimental	13.33	1.54	6.29	0.00
	Control	10.45	1.33		

Fuente: Actas de calificaciones de los estudiantes inscritos en el Laboratorio de Física II.

Tabla 2. Pre-laboratorios y post-laboratorios de las prácticas.

Prácticas		Pre-laboratorio (4 puntos)		Post-laboratorio (4 puntos)	
		GC	GE	GC	GE
Ley de Ohm	Media	2.28	2.17	3.00	3.05
	Desviación estándar	0.87	0.99	0.00	0.60
Reglas de Kirchhoff	Media	2.63	1.47	2.75	3.13
	Desviación estándar	0.82	1.23	0.45	0.57
Circuitos RC	Media	1.65	2.30	3.00	3.13
	Desviación estándar	0.73	1.42	0.00	0.77

Fuente: Actas de calificaciones de los estudiantes inscritos en el Laboratorio de Física II.

Tabla 3. Media y desviación estándar de los GE y GC en los informes.

	Ley de Ohm		Reglas de Kirchhoff		Circuitos RC	
	GC	GE	GC	GE	GC	GE
Media	6.13	6.43	5.10	5.13	5.60	8.43
Desviación estándar	1.93	2.34	1.65	2.12	0.44	0.93

Fuente: Acta de calificaciones de los estudiantes inscritos en el Laboratorio de Física II.

Los resultados de la asignación escrita se muestran en la Tabla 4. Reflejaron mayor aplicación por parte del GE de los conocimientos y habilidades aprendidas, así como calificaciones más concentradas alrededor de la media.

Finalmente, las calificaciones obtenidas en los pre-laboratorios, post-laboratorios e informes escritos se sumaron para calcular la calificación obtenida en cada práctica. Dicha calificación se llevó a escala de veinte puntos. Los resultados se muestran en la Tabla 5, en los cuales se observa que el GE logró mejor rendimiento académico.

El objetivo de las actividades experimentales fue fomentar en el estudiante el aprendizaje de los conocimientos de procedimientos para el trabajo investigativo. En tal sentido, se realizó un estudio cualitativo para detectar el aprendizaje de estos conocimientos, considerándose la presencia en los estudiantes de las conductas mostradas en la Tabla 6. Para ello se usó una lista de cotejo tanto al GE como al GC y se aplicó una entrevista semi-estructurada al GE. A continuación se exponen estos resultados:

Las observaciones en la lista de cotejo, reflejaron que al comparar el registro de la práctica virtual realizada en el Laboratorio de Computación y la práctica real realizada en el Laboratorio de Física II, se notó de manera global, que después de la práctica virtual los estudiantes presentaron mayor porcentaje de conductas observadas. Luego fueron comparados los registros de conductas observadas de los GC y GE realizados en el laboratorio. Estos refleja-

Tabla 4. Media y desviación estándar de la asignación escrita (10 puntos).

	GC	GE
Media	3.45	5.19
Desviación estándar	2.11	1.79

Fuente: Acta de calificaciones de los estudiantes inscritos en el Laboratorio de Física II.

ron que en el GE se observó mayor porcentaje de conductas referidas a la adquisición de la información, interpretación de la información, análisis de la información y realización de inferencias, comprensión y organización conceptual de la información y comunicación de la información. Este porcentaje de conductas aumentó, en la medida en que los estudiantes estuvieron más expuestos a las estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en simulaciones.

Considerando las listas de cotejo y anotaciones hechas por el investigador, al GE en comparación al GC se le observó más habilidad para tomar decisiones, ensayar explicaciones, analizar resultados, variar parámetros, hacer inferencias, elaborar conclusiones, buscar información y comunicar resultados. Así mismo, al GE se le observó un papel más activo en el laboratorio, fortaleciendo tanto sus estrategias para el trabajo autónomo y colaborativo, así como el logro de conocimientos relacionados con procedimientos.

Tabla 5. Media y desviación estándar obtenidas por el GE y el GC.

	Definitiva					
	Ley de Ohm		Reglas de Kirchhoff		Circuitos RC	
	GE	GC	GE	GC	GE	GC
Media	11.70	11.34	10.51	9.69	11.63	10.81
Desviación estándar	3.35	2.46	2.75	2.09	2.44	1.30

Fuente: Actas de calificaciones de los estudiantes inscritos en el Laboratorio de Física II.

Tabla 6. Conductas con relación al logro de los conocimientos de procedimientos.

Conocimientos de procedimientos	Conductas observadas
Adquisición de la información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomó de manera adecuada las medidas y recolección de datos</li> <li>• Observó los elementos relevantes de la situación experimental.</li> <li>• Buscó y seleccionó información relevante al fenómeno físico.</li> <li>• Repasó y memorizó la información necesaria</li> </ul>
Interpretación de la información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizó interpretaciones de los datos numéricos de manera adecuada.</li> <li>• Interpretó las representaciones gráficas de manera adecuada.</li> <li>• Estableció relaciones entre distintas magnitudes.</li> <li>• Organizó los conocimientos</li> </ul>
Análisis de la información y realización de inferencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuló hipótesis.</li> <li>• Diseñó experiencias para comprobar hipótesis mediante la experimentación.</li> <li>• Identificó las limitaciones del experimento.</li> <li>• Aplicó a nuevas situaciones los algoritmos o estrategias aprendidas.</li> <li>• Evaluó los resultados obtenidos.</li> <li>• Realizó predicciones.</li> <li>• Buscó nuevas ideas para atacar situaciones experimentales.</li> <li>• Adoptó sus propias soluciones a la situación experimental.</li> <li>• Realizó continuamente auto evaluaciones del proceso seguido.</li> </ul>
Comprensión y organización conceptual de la información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizó adecuadamente la tabulación de los datos.</li> <li>• Representó gráficamente los datos numéricos.</li> <li>• Estableció relaciones entre los fenómenos físicos que se estudiaron</li> </ul>
Comunicación de la información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escribió de manera comprensible los resultados obtenidos.</li> <li>• Expresó oralmente y de manera comprensible los resultados obtenidos</li> </ul>

Fuente: Cuadro elaborado por los investigadores, con datos extraídos de la literatura revisada.

Los resultados de la entrevista semi-estructurada reflejaron dificultades y opiniones favorables presentadas a la hora de usar el software de simulación. Entre las dificultades se pueden citar: el establecimiento de hipótesis, la realización de inferencias, decisión sobre el parámetro a manipular, interpretación de resultados (numéricos y gráficos), la elaboración de argumentos y conclusiones; aspectos que según la opinión del 60% de los estudiantes, fueron mejorando con su ejercitación. Las opiniones favorables indicaron que el uso del software empleado como complemento al laboratorio hace dichas clases más dinámicas, ayudándolos en la comprensión de contenidos y en el contraste de ideas, pues al utilizarlo se hace hincapié en los aspectos conceptuales del

tema tratado. También indicaron que el empleo del software requiere el uso de otros recursos, lecturas y análisis constante.

Considerando los resultados obtenidos en la prueba de conocimientos previos, en los pre-laboratorios y post-laboratorios, en los informes, en la asignación escrita, en la lista de cotejo y en la entrevista semi-estructurada, se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se establece que sí existe relación entre la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones y el rendimiento académico de los estudiantes inscritos en el Laboratorio de Física II.

Ahora bien, el GE presentó mayor rendimiento académico, el cual fue mejorando con la exposición de los estudiantes a las estrategias. No obstante, se sugiere seguir investigando sobre este hecho en un periodo más prolongado de tiempo. Por lo expuesto, no se puede establecer la veracidad de la hipótesis alternativa: cuanto mayor sea la exposición de los estudiantes a las estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones mayor será su rendimiento académico.

La actitud de los estudiantes hacia las actividades del Laboratorio de Física II, fué concebida como el conjunto de pensamientos, sentimientos y acciones con los que el estudiante reacciona o tiende a reaccionar de manera favorable o desfavorable hacia las actividades de enseñanza-aprendizaje. Sus indicadores fueron: predisposiciones hacia el software multimedial y predisposiciones hacia estrategias fundamentadas en simulaciones. Con el objetivo de medir la misma se aplicó al GE un cuestionario de actitudes tipo escala Likert. Para cada afirmación existió la posibilidad de cinco categorías de respuestas: totalmente de acuerdo (4), parcialmente de acuerdo (3), indeciso (2), parcialmente en desacuerdo (1) y totalmente en desacuerdo (0).

Predisposiciones hacia el uso del software de simulación. Para ello se formularon once enunciaciones redactados afirmando actitudes positivas hacia el uso del software de simulación. A los datos obtenidos se les calculó la media y la desviación estándar, oscilando el valor de la media entre 3.67 y 4.00. Así mismo, los resultados de la desviación estándar oscilaron entre 0.0 y 0.78, resultados que indicaron una actitud favorable hacia el uso del software de simulación, así como homogeneidad en las respuestas.

Predisposiciones hacia las estrategias fundamentadas en simulaciones. Fue medido en la segunda parte del instrumento y constó de nueve afirmaciones redactadas en sentido positivo hacia la aplicación de las estrategias. A los datos obtenidos, se les calculó la media y la desviación estándar. El valor medio mínimo obtenido fue 3.17 y el valor máximo obtenido fue de 4.00. Además, con relación a la desviación estándar los valores conseguidos oscilaron entre cero y 0.78 respectivamente, reflejando homogeneidad en las respuestas. Dichos resultados indicaron predisposiciones favorables hacia las estrategias empleadas. En observaciones realizadas por el investigador, se constató que los estudiantes del GE abordaron las experiencias en los laboratorios con mayor motivación, evidenciando mayores destrezas para el trabajo autónomo y colaborativo.

En base a estos resultados, se puede indicar la posibilidad de que exista relación entre la utilización de estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones y la actitud de los estudiantes hacia las actividades del laboratorio.

Ahora bien, con relación al GE, comparando los resultados obtenidos en el registro de observaciones y el cuestionario de actitudes. Se puede señalar, que al GE, se le observó una actitud más positiva hacia las actividades realizadas en el laboratorio, así como mejores habilidades en el empleo de procedimientos. Estas habilidades representaron al comienzo cierto grado de dificultad, pero mejoraron en la medida en que se fueron entrenando en ellas. Sin embargo, no se puede establecer una opinión objetiva con relación a la hipótesis alternativa: “cuanto mayor sea la exposición de los estudiantes a las estrategias de enseñanza-aprendizaje fundamentadas en el uso de simulaciones, más favorable será su actitud hacia las actividades del Laboratorio de Física II. Esto se debe, a que los estudiantes sólo realizaron tres prácticas de laboratorio desconociéndose su actitud hacia las actividades del Laboratorio de Física II, al inicio de la intervención.

## Consideraciones finales

Las herramientas como el software de simulación para el aprendizaje en el Laboratorio de Física deben ser empleadas bajo una propuesta didáctica, utilizando la tecnología como herramienta para conducir, enriquecer y transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje, dando la posibilidad al estudiante de orientar su aprendizaje y de construir el conocimiento desde su propio punto de vista, a partir del trabajo y la investigación de forma colaborativa. Así, el proceso de enseñanza-aprendizaje del laboratorio es más centrado en el estudiante, siendo la interacción entre los propios estudiantes, el profesor, los contenidos a aprender y la tecnología, el eje central de éste proceso.

## Referencias

- ARGÜELLES, Dense y NAGLES, Nofal (2007). **Estrategias para promover procesos de aprendizaje autónomo**. Bogotá, Colombia: Alfaomega. pp. 85-137.
- CUICAS, Marisol; DEBEL, Edie; CASADEI, Luisa y ALVAREZ, Zulma (2007). El Software Matemático como Herramienta para el Desarrollo de Habilidades del Pensamiento y Mejoramiento del Aprendizaje de las Matemáticas. En: **Revista de Actualidades Investigativas**. Nº 2: 1-34.

- DÍAZ, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo (2002). **Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: Una Interpretación Constructivista**. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana. pp. 20-235.
- FONSECA, Medardo; HURTADO, Alejandro; LOMBANA, Carlos y OCAÑA, Oscar (2006). La Simulación y el Experimento como Opciones Didácticas Integradas para la Conceptualización en Física. En: **Revista Colombiana de Física**. N° 2:707-710.
- FUENTES, Raúl y HERRERA, Susana (2002). Tecnología, cognición y aprendizaje: construcción educativa de realidades mediante la simulación computacional (Documento en línea). Disponible: <http://web.udg.edu/tiec/orals/c38.pdf> (Consulta: 2007, Marzo 13).
- GARZA, Rogelio (1999). La Enseñanza de las Ciencias Básicas en la Formación de Ingenieros. En: **Ingenierías**. N° 5:55-58.
- GIL, Daniel (2001). Enseñanza de las ciencias. Algunas tendencias innovadoras espontáneas: aportes y limitaciones (Documento en línea). Disponible: <http://www.oei.es/oei-virt/gil01.htm> (Consulta: 2007, Octubre 20).
- JONASSEN, David (1996). **Computer in the Classroom: Mindtools for Critical Thinking**. Englewood Cliffs, New Jersey: Merrill Prentice-Hall. pp. 3-22.
- KOFMAN, Hugo (2000). Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la física (Documento en línea). Disponible: <http://www.fiqus.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/modelos.pdf>. (Consulta: 2006, Noviembre 4).
- KOFMAN, Hugo (2001). Aplicación del software de simulación en enseñanza de fluidostática (Documento en línea). Disponible en <http://www.fiqus.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/fluidos.pdf> (Consulta: 2007, Noviembre 4).
- KOFMAN, Hugo y MAMPRIN, Jorge (2000). Simulando campos y potenciales en dos y tres dimensiones para el aprendizaje colaborativo a nivel universitario. V Congreso Iberoamericano de Informática educativa. Villa del Mar, Chile.
- MARCHISIO, Susana; PLANO, Miguel; RONCO, Jorge y VON PAMEL, Oscar (2004). Experiencia con uso de simulaciones en la enseñanza de la física de los dispositivos electrónicos (Documento en línea). Disponible: [http://www.ateneonline.net/datos/53\\_03\\_MARCHISIO\\_SUSANA.pdf](http://www.ateneonline.net/datos/53_03_MARCHISIO_SUSANA.pdf) (Consulta: 2006, Noviembre 14).
- MELARÉ, Daniela (2007). **Tecnología de la Inteligencia. Gestión de la Competencia Pedagógica Virtual**. Madrid, España: Editorial Popular.
- MOREIRA, Marco (2000). **Aprendizaje Significativo: Teoría y Práctica**. Madrid, España: Aprendizaje Visor. pp. 19-94
- MOREIRA, Marco (2004). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente (Documento en línea). Disponible: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf> (Consulta: 2007, Julio 24).
- NIETO, Mario (2004). El papel de las ciencias básicas en la enseñanza de la ingeniería (Documento en línea). Disponible: <http://www.science.oas.org/Ministerial/Inge/EISalvador-Dr.%20Niето-Ponencia%20Quetzaltenango.pdf> (Consulta: 2006, Julio 2).
- ORTEGA, Gerardo; MEDELLÍN, Héctor y MARTÍNEZ, José (2001). Influencia del Aprendizaje de los Estudiantes Usando un Laboratorio Virtual de Física. En: **Revista Cubana de Física**. N° 1:68-72.
- SEGURA, Mayra y CHACÓN, Isabel (1996). Competitividad en la educación superior, En: **Umbra**. N° 11:29-37.