



Revista Electrónica "Actualidades
Investigativas en Educación"

E-ISSN: 1409-4703

revista@inie.ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Casadei Carniel, Luisa; Cuicas Avila, Marisol; Debel Chourio, Edie; Alvarez Vargas, Zulma
LA SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN FÍSICA
Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", vol. 8, núm. 2, mayo-agosto, 2008,
pp. 1-27
Universidad de Costa Rica
San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44713044007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Actualidades Investigativas en Educación

Revista Electrónica publicada por el
Instituto de Investigación en Educación
Universidad de Costa Rica
ISSN 1409-4703
<http://revista.inie.ucr.ac.cr>
COSTA RICA

**LA SIMULACIÓN COMO
HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN FÍSICA**
SIMULATION AS PHYSICS LEARNING TOOL

Volumen 8, Número 2
pp. 1-27

Este número se publicó el 30 de agosto 2008

Luisa Casadei Carniel
Marisol Cuicas Avila
Edie Debel Chourio
Zulma Alvarez Vargas

La revista está indexada en los directorios:

[LATINDEX](#), [REDALYC](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#),

La revista está incluida en los sitios:

[REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [HUASCARAN](#)

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



LA SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN FÍSICA SIMULATION AS PHYSICS LEARNING TOOL

Luisa Casadei Carniel¹
Marisol Cuicas Avila²
Edie Debel Chourio³
Zulma Alvarez Vargas⁴

Resumen: En la presente investigación se estudió el efecto de la aplicación de un diseño instruccional apoyado con simulaciones asistidas por el computador, en un grupo de estudiantes que cursaban la asignatura Física a nivel universitario. El diseño de la investigación fue cuasi-experimental, de un solo grupo con pre-posttest de carácter transeccional descriptivo, bajo un enfoque cuanti-cualitativo. Los hallazgos de la investigación fueron: (a) el mejoramiento de la comprensión de los conceptos cinemáticos en los estudiantes al aplicarse estrategias instruccionales apoyadas en simulaciones asistidas por el computador y (b) mejora del rendimiento académico obtenido por los estudiantes al aplicarse estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador.

Palabras Claves: TECNOLOGÍA EDUCATIVA, ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE, ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Abstract: The focus of the present research was to investigate the effect of the application of an instructional design supported by computer-based simulations in a group of students enrolled on a Physics course. The study was quasi-experimental, performed in one single group, with pre-post test of transectional descriptive character, in both quantitative and qualitative modes. The results revealed that (a) understanding of the concepts within the topic, kinematics, was improved by the instructional strategy using computer-based simulations and (b) the academic performance of the students improved with the use of computer-based simulations.

Key Words: EDUCATIONAL TECHNOLOGY, LEARNING STRATEGIES, PHYSICS TEACHING

¹ Investigadora de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".
Correo electrónico: luisacasadei@ucla.edu.ve

² Investigadora de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".
Correo electrónico: mcuicas@ucla.edu.ve

³ Investigador de la Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda". Correo electrónico: ediedebel@yahoo.com

⁴ Investigadora de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".
Correo electrónico: zulmaa@ucla.edu.ve

Artículo recibido: 30 de mayo, 2008

Aprobado: 6 de agosto, 2008

Introducción

Las nuevas tendencias sociales del siglo XXI, apuntan hacia la inserción de mayor cantidad de personas al medio educativo, mediante el uso de las Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación (NTIC). La razón de ello, es brindar a los individuos la posibilidad de aprender bajo un nuevo contexto, considerando que no existe límite en lo que respecta a su ubicación geográfica, edad y tiempo. En función de lo expuesto, la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado acuerda dentro de sus "*Políticas Académicas*" (UCLA, 2004), transformar la vida académica cambiando el paradigma de la enseñanza orientada a la transmisión del conocimiento con un docente como principal actor, por un aprendizaje autodidacta del estudiante haciendo uso de las NTIC.

Con miras a lograr esta directriz de la Institución, se crea el Sistema de Educación a Distancia (SEDUCLA), la cual tiene como misión asesorar, soportar y acompañar carreras de pregrado y postgrado en la modalidad de educación a distancia. En forma paulatina SEDUCLA, ha incorporado a los docentes de los distintos Decanatos para que asuman el reto de insertar las NTIC dentro de su labor académica, aspecto que se ha volcado a su vez hacia la demanda de nuevas ofertas didácticas para ir incorporándolas en el diseño de sus cursos.

Basándose en lo expuesto se presenta la siguiente investigación, en la que se estudió el efecto de la aplicación de un diseño instruccional en el que fueron incorporadas las NTIC a un grupo de estudiantes que cursaban la asignatura Física II en el programa de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA). Con ello, se pretendió adaptar la instrucción y el aprendizaje a las exigencias de los nuevos tiempos, valorando las posibilidades didácticas que ofrecen las NTIC. Area (2002) expresó, que el docente debe "*planificar un proceso educativo abierto, flexible, con fuentes actuales, variadas, claras, motivadoras, utilizando una metodología interactiva y cooperativa de trabajo*" (p. 11). Una de las metodologías de carácter interactivo guarda relación con la integración de las NTIC, las cuales han podido abrir nuevos espacios para la difusión del conocimiento.

1. Planteamiento del problema

Dentro del contexto de la enseñanza de las ciencias de carácter experimental, se podrían identificar diversas variables que inciden en la adquisición errónea de conceptos, o la no comprensión de los mismos. Gallego y Pérez (1997) al respecto expresaron, que los contenidos de alta complejidad para el nivel académico del alumnado, así como las deficiencias de recursos instruccionales pudiesen ser algunas de estas variables. Por tanto,

para poder comprender las leyes y modelos generados en este tipo de ciencias, se requiere conceptualizar la naturaleza, idealizando gráficamente un sistema físico y aprender a transferir los conocimientos en múltiples situaciones. Para ello, las estrategias instruccionales implementadas por el docente deben ser relevantes, que permitan al estudiante la comprensión de dichos conocimientos, a través de un proceso de reelaboración de las estructuras cognitivas vigentes (Ausubel et al., 1990).

Con base en lo anterior, en esta investigación se estudiaron los efectos de la aplicación de estrategias instruccionales alternativas, apoyadas en las NTIC, que permitan formar en el estudiante un significado relevante y duradero para la comprensión de los conceptos físicos. La factibilidad del estudio se basó en primera instancia en el hecho de que, existía una población estudiantil con dificultades, ya que no habían podido hasta el momento certificar la asignatura, siendo receptores potenciales para la aplicación de nuevas estrategias ante la necesidad de aprobarla. En segunda instancia, se contó con la disponibilidad física de aulas equipadas con computadores con conexión a Internet.

Otro aspecto que apoyó la factibilidad fue el acceso al uso libre del software de simulaciones diseñado por Walter Fendt (Fendt, 2004), desarrollado en lenguaje Java 1.1. el cual se utilizó como herramienta de apoyo en la implementación de las estrategias. Cabe destacar, que diversos estudios han hecho evidentes las habilidades cognitivas que se desarrollan con la incorporación del computador en el proceso de aprendizaje, así como los aportes que han venido realizando los docentes en materia didáctica, implementando esquemas de aprendizaje mediante la utilización de los recursos tecnológicos, lo cual ha permitido al estudiante construir el conocimiento en función de experiencias constructivas y resolución de problemas (Meza et al., 2002).

1.1. Interrogantes de la investigación

La investigación desarrollada se planteó para dar respuesta a las siguientes interrogantes ¿Puede mejorarse la comprensión de situaciones cinemáticas, mediante la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por computadoras? y ¿Puede mejorarse el rendimiento académico, mediante la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por computadoras? Estas preguntas surgieron ante la inquietud de introducir alternativas didácticas basadas en las NTIC, que promuevan en el ámbito pedagógico el fomento de experiencias de aprendizajes para la adquisición de conocimientos más sólidos y perdurables en el tiempo, en la asignatura Física II de la carrera de Ingeniería Civil.

1.2. Hipótesis de la investigación

En función de las interrogantes se plantearon las siguientes hipótesis de investigación:

H₁: existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por el computador y la mejora en la comprensión de situaciones en cinemática en la asignatura de Física II.

H₂: existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador y la mejora del rendimiento académico.

Como hipótesis nulas formuladas para la investigación se tienen las siguientes:

H₀₁: no existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por el computador y la mejora en la comprensión de situaciones en cinemática en la asignatura de Física II.

H₀₂: no existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador y la mejora del rendimiento académico.

2. Revisión de la literatura

Las estrategias instruccionales denominadas también eventos de instrucción o estrategias de enseñanza, constituyen actividades planificadas que en cada una de sus fases debe orientar al estudiante hacia el aprendizaje, promoviendo a su vez los procesos de atención y generación del pensamiento. Al respecto Díaz y Hernández (2002) expresaron: *"Las estrategias consisten en realizar manipulaciones o modificaciones en el contenido o estructura de los materiales de aprendizaje, o por extensión dentro de un curso o una clase, con el objeto de facilitar el aprendizaje y comprensión de los estudiantes"* (Díaz y Hernández, 2002, p. 214).

De acuerdo con los autores citados, las estrategias pueden promover aprendizajes de tipo: (a) declarativos, referidos al conocimiento de conceptos y principios, en el que se distingue el conocimiento conceptual, el cual es construido por el estudiante a partir del aprendizaje de conceptos y explicaciones; (b) procedimental, que guarda relación con las habilidades y destrezas adquiridas, basado en la realización de acciones y operaciones y (c) actitudinal, referido como la disposición del aprendiz hacia los objetos, personas o situaciones.

Las estrategias instruccionales diseñadas deben promover el *"aprendizaje significativo"*, representado por el proceso en el cual la información proporcionada, se relaciona de forma no arbitraria con otra retenida en su estructura cognitiva (Moreira, 2000). De esta manera, adquieren un significado y son integradas al bagaje de conocimientos, favoreciendo la

diferenciación, evolución y estabilidad de los conceptos preexistentes y consecuentemente de dicha estructura (Ausubel et al., 1990). Dentro del marco del aprendizaje significativo, se contemplan tres tipos: (a) representacional, el cual corresponde a la designación de significados a los símbolos, es representar con una palabra a los objetos o eventos con los cuales mantiene contacto el individuo; (b) de conceptos, expresado por la abstracción de los atributos que le proporciona el sujeto a los símbolos y (c) proposicional, en el cual es construido un marco de concretos específicos organizados jerárquicamente y no solo operaciones cognitivas generales, sucediéndose entonces la comprensión referida al conocimiento explicativo de la representación mental de los conceptos (Pozo, 2002).

2.1. Lo visual y el aprendizaje

El empleo de la tecnología en el ámbito educativo ha generado la necesidad de explorar más en cómo el ser humano percibe los objetos, señales y fenómenos, de manera tal que puedan ser usados con mayor eficiencia los medios en el aprendizaje. Los aspectos visuales y auditivos son captados a través del fenómeno de la percepción, definido por Castañeda (1995) como *"un proceso adaptativo mediante el cual se extrae la información del exterior"* (p. 32). Sin embargo, no hay correspondencias exactas sobre el mundo físico entre los individuos, ya que la percepción es un proceso mental muy particular en cada ser.

En el marco del proceso de aprendizaje, Castañeda (1995) señaló en referencia a los aspectos visuales:

1. Proveen referencias concretas para las ideas. Las imágenes visuales llevan a un nivel de abstracción mayor al aprendiz, ya que puede fijar en su mente los objetos asociados a su realidad, cosa que muchas veces no se logra con las palabras.
2. Motivan al aprendiz atrayendo su atención. Las imágenes logran efectos y sentimientos en el aprendiz, al asociar las imágenes con su realidad.
3. Simplifican la información que es difícil de comprender. La información es mejor percibida y fácilmente almacenada, especialmente cuando las imágenes son tratadas a través de diagramas, esquemas y gráficos.
4. Organizan la información. La estructuración de elementos visuales permite al aprendiz percibir las relaciones entre las etapas de un proceso, esto contribuye a esquematizar y llevar en forma secuencial y progresiva el conocimiento.
5. Son canales redundantes, por el hecho de que no todos los individuos perciben de la misma manera una información, las imágenes visuales permiten captar aquellos aspectos que por vía auditiva no comprendieron, siendo así un apoyo de la expresión verbal.

Kleinman y Dwyer (1999) realizaron una investigación en la cual evaluaban destrezas visuales seleccionadas y sus relaciones con las habilidades intelectuales en los niveles de aprendizaje diferentes mediados a través del computador. Entre las conclusiones que se derivaron del estudio se comprobó que existía una relación positiva entre las habilidades visuales en función del logro académico. Así mismo, evidenciaron en el estudio realizado que existen implicaciones importantes entre el plan de instrucción y la utilización de los medios de comunicación instruccionales, destacándose entre ellos: (a) el color en los medios agrega una dimensión educativa importante en la adquisición de información y la facilitación de logro académico; y (b) las habilidades visuales pueden estar operacionalizadas en algunos niveles de aprendizaje y no en otros. Por lo que los planes instruccionales que incluyan los medios deben incorporar elementos visuales pertinentes para cada nivel, en manera tal de reforzar el logro cognitivo.

Los resultados de los estudios de Mayer en colaboración con otros investigadores (Mayer et al., 2001; Mayer y Moreno, 1998) demostraron que los estudiantes aprenden y generalizan sus aprendizajes mejor cuando los contenidos se presentan en formato multimedia, utilizando conjuntamente las vías visual y auditiva. De acuerdo a lo planteado, el autor y sus colaboradores relacionaron los resultados de sus investigaciones con la teoría del doble canal en el aprendizaje con multimedia, debiéndose mantener entre lo visual y lo auditivo una correspondencia y coherencia en sus contenidos, al tiempo que se mantenga su contigüidad espacial y simultaneidad en el tiempo de presentación, para optimizar los resultados del aprendizaje. De igual forma, las investigaciones realizadas por los autores citados, evidenciaron que los efectos del diseño implementado utilizando presentaciones multimedia, son más influyentes en aprendices de bajo rendimiento que en aprendices de alto rendimiento y en aprendices con altas capacidades espaciales que en aquellos con menor capacidad.

Mayer et al. (2001), en su investigación parten de tres supuestos de la teoría cognitiva sobre aprendizaje con multimedia, a saber: (a) que los humanos procesan de forma separada, por dos canales distintos, la información visual y la información sonora; (b) que existe una capacidad de procesamiento simultáneo limitada por cada uno de los canales; y (c) que el aprendizaje activo supone prestar atención a la información, organizarla en forma seleccionada en representaciones mentales coherentes, e integrar esas representaciones mentales con conocimientos previos. Así mismo, Merrill (2003) realizó un estudio cuyo propósito era examinar la efectividad de los agentes pedagógicos animados diseñados para ayudar a los aprendices durante su interacción en un ambiente de aprendizaje multimedia.

Los resultados indicaron que los participantes expuestos al agente animado condicionan mejor su aprendizaje, que aquellos que no obtuvieron una instrucción diseñada bajo estos esquemas didácticos. En el mismo contexto de investigación, Keller, et al., (2004), dirigieron un estudio cuyo objetivo era determinar hasta qué punto las visualizaciones de información multidimensionales favorecían la comprensión, específicamente si debían ser bidimensional o en tercera dimensión.

Los autores reseñaron, que las visualizaciones de información espaciales permiten dibujar las inferencias de cómo se relacionan las unidades de información, de manera más apropiada que quien no cuenta con este recurso. Más específicamente, se lograron mejores resultados en relación con la comprensión de situaciones planteadas en el caso de las presentaciones en dos dimensiones, ya que en el proceso de rotación de los objetos en tres dimensiones, el alumnado tenía una recarga mayor de abstracción.

De acuerdo con la información suministrada, se consideró relevante dentro del contexto de esta investigación los beneficios pedagógicos potenciales que ofrecen las visualizaciones. Esto se basa en el hecho de que la información es suministrada a los aprendices por medio de una vía, que permiten desarrollar aspectos cognitivos que son más difíciles de adquirir por los sistemas convencionales de enseñanza.

2.2. Comprensión y aprendizaje

El hecho de comprender dentro del marco del aprendizaje expresa la posibilidad de que el estudiante pueda disponer de un cuerpo organizado de significados sobre las distintas materias o áreas que le asegure la permanencia del aprendizaje. De acuerdo a Gardner (citado en Woolfolk, 1999), la capacidad de asimilar los contenidos aplicándolos a nuevas experiencias o situaciones, es lo que se define como comprensión, por lo que está mas allá del simple memorizar. Izard (2001) a su vez expresó, que los procesos metacognitivos implicados al comprender una situación, permiten al aprendiz saber qué y cuánto sabe, y al mismo tiempo cómo poder aplicar hábilmente ese conocimiento en un contexto de realidad concreta. En el caso particular de esta investigación, la variable intermedia se relacionó con la comprensión de conceptos en cinemática.

En lo que respecta a la comprensión Wiggins y McTighe (1999) expresaron, que ésta involucra lo abstracto y lo conceptual, no solamente lo concreto y lo discreto, como son los conceptos o teorías. Por lo que los autores citados, enunciaron comprensión como la capacidad de pensar sobre un tema en forma flexible y posteriormente demostrar esa habilidad mediante un desempeño. Los autores especificaron cinco facetas que debe realizar

un individuo para involucrarse en el acto de comprender: (a) explicar, lo que proporciona esclarecimientos con basamento teórico del fenómeno y hechos implicados; (b) interpretar, lo que proporciona significado a los hechos y lo expresa bajo su propia perspectiva; (c) aplicar, lo que le da uso al conocimiento adquirido; (d) crear empatía, lo que se identifica mentalmente con la experiencia de aprendizaje y afectivamente con el estado de ánimo de otra persona, intercambiando ideas y manteniendo puntos de vista; y (e) autoevaluarse, lo que reconoce las fallas que le provocaron cometer errores en la aplicación del conocimiento.

Las facetas presentadas en lo concerniente a la comprensión de conceptos, se evaluaron dentro de un contexto de estrategias instruccionales, que implicaron la resolución de situaciones problemáticas utilizando simulaciones asistidas por el computador. La evaluación de dichas facetas aportó información sobre el nivel de comprensión, ya que a través de ellas se puede demostrar la capacidad de aplicación a situaciones cotidianas, eliminando el riesgo de la memorización.

2.3. Las simulaciones en la enseñanza de la física

Las situaciones problemáticas consideradas en asignaturas como Física, son eventos en contextos estáticos que al momento de resolverlos el estudiante necesita de un gran poder de abstracción para visualizar mentalmente el hecho presentado. Estos procesos mentales se pueden facilitar con el uso de las simulaciones, las cuales permiten la secuencia dinámica de los aspectos que son tratados en dichas situaciones problemáticas. En función de este criterio, se han diseñado simulaciones haciendo uso del computador, en las cuales se representan virtualmente situaciones de la realidad, permitiendo al estudiante cambiar determinados parámetros, corriéndose un modelo y finalmente obteniéndose resultados. Los cambios a las variables de entrada son desplegados en un resultado numérico, un diagrama, un dibujo, o una animación (Schlosser y Simonson, 2002).

Las simulaciones rigen el comportamiento del sistema presentado en forma de animaciones o mediante gráficos y brindan al estudiante el poder de manipular varios aspectos del modelo, ya que, un evento, un objeto, o un fenómeno son representados a través del computador (Kofman, 2000). El aprendiz se torna en ente activo y partícipe del proceso de aprendizaje, pudiendo observar de forma inmediata los resultados de las decisiones que tomó aprender investigando. Según Simonson y Thompson (1997), una simulación requiere que el estudiante desarrolle destrezas en los niveles de: aplicación, análisis y síntesis; en los que se ve implicado la toma de decisiones, evaluar alternativas y resultados para reevaluar las decisiones tomadas (Heinich, et al., 2002).

En el ambiente educativo generado por el uso de las simulaciones, permite la experimentación obteniéndose diferentes soluciones a los problemas, potenciándose el uso de metodologías como la de resolución de situaciones problemáticas (Fuentes y Herrera, 2002). Según los autores citados, de lo anterior se han evidenciado los beneficios desde el punto de vista cognitivo, enfocados hacia el aprendizaje exploratorio, en la medida que han proliferado las experiencias de enseñanza que manejan las simulaciones como recurso didáctico.

Windschitl y Andre (1998), realizaron estudios que señalan la efectividad del uso de simulaciones instruccionales guiadas, demostrando como son superadas las preconcepciones en determinados conceptos, después de su aplicación. Así mismo, Lee (1999) en sus experiencias en la aplicación de simulaciones instruccionales concluyó que las mismas promueven el cambio conceptual, cuando son complementadas con ejemplos. Cotignola, et al.,(1998), presentaron un diseño didáctico haciendo uso de simulaciones instruccionales, en el cual destacaron cómo la inclusión del computador despertó un marcado entusiasmo y reforzó el interés por aprender en los estudiantes, además permitió mejorar el manejo conceptual en física. Kashihara et al. (2000), refuerza con su investigación lo anteriormente referido al aplicar simulaciones instruccionales de carácter interactivo en el área de medicina, demostrando su funcionalidad en la adquisición de habilidades al momento de diagnosticar enfermedades.

Adicionalmente, según expresaron Harper et al., (2000), las simulaciones al actuar como una herramienta exploratoria, brindan al usuario el entendimiento de ciertos fenómenos, que de otra forma se torna inaccesible; lo cual desde una perspectiva cognitiva es intrínsecamente compatible tal como lo enfoca la teoría constructivista del aprendizaje. De igual manera, Rezende y De Souza (2003) aplicaron programas de simulaciones en dos perspectivas teóricas del aprendizaje, asociadas al cambio y desarrollo conceptual de conceptos físicos; destacaron cómo el computador puede ser utilizado para proporcionar un cambio de estructura en la dirección de un conocimiento consistente.

Wetherill et al., (2003) reseñaron la importancia del estudio que realizaron, enfocado en la aplicación de un simulador como elemento didáctico para el aprendizaje de fracciones en matemáticas. Como resultado se reflejó el aumento del interés por parte del docente en aprender, así como el éxito en la aplicabilidad de las herramientas que proporciona elementos para el desarrollo del conocimiento y de habilidades. Además de brindar un contexto para el crecimiento profesional, experimentado en los docentes de matemática.

Flehsig y Schiefelbein (2004) presentaron un modelo para ser aplicado en América

Latina como recurso didáctico basado en el uso de simulaciones. Su modelo se fundamentó en la toma de decisiones ante la presentación de soluciones a problemas específicos presentados. Explicaron los autores, que puede desarrollarse modificaciones del modelo de simulaciones en las cuales los participantes deben desarrollar y aplicar ciertas habilidades. En simulaciones de carácter más complicado en los cuales se trabaja con amplios conocimientos básicos, es posible crear y adquirir habilidades complejas. Igualmente, Flechsig y Schiefelbein (2004) identificaron los principios didácticos en el método presentado por ellos haciendo uso de las simulaciones, el estudiante: (a) aprende interactuando haciendo; (b) se enfrenta a la incertidumbre e infinitas posibilidades, que implicarán en él la toma de decisiones; (c) puede anticipar posibles situaciones futuras; y (d) requiere unir las tareas implicadas en el uso de las simulaciones con sus conocimientos previos.

De acuerdo con lo expresado por Escamilla (2003, p. 127), *"las simulaciones son tecnologías interactivas, en el sentido del marco conversacional de Laurillard, ya que permiten al estudiante interactuar con el mundo de manera que se extienda o mejore su experiencia dándole una retroalimentación inmediata sobre su interacción"*. Las simulaciones se diseñan en función de reflejar los elementos necesarios para la resolución de una situación. Se trata de eliminar los distractores que harían compleja la comprensión y deben ser acompañadas por estrategias instruccionales que aparten al estudiante del ensayo y error (Heinich et al., 2002). Son piezas de software orientadas al estudio de un sistema o fenómeno físico específico a través de un modelo que incluye las variables adecuadas de la descripción de un sistema, junto con las leyes básicas que relacionan dichas variables o parámetros (Heinich, et al., 2002). Según los autores citados, una de las mayores razones que inciden en el uso de las simulaciones, es que permite un aprendizaje holístico, donde la realidad es modelada y los participantes interactúan con esa realidad virtual.

Fonseca et al. (2006) enfatizaron el uso de las NTIC como herramientas que ofrecen un gran potencial para el aprendizaje, pero deben ir acompañados de una enseñanza que involucre estrategias didácticas adecuadas, para asegurar el éxito de dicho aprendizaje. Las conclusiones planteadas por estos autores, se basaron en los resultados obtenidos al aplicar metodologías que implicaban la resolución de problemas en el área de la física utilizando la experimentación computarizada.

Dentro del contexto de esta investigación, las simulaciones apoyaron el cuadro de estrategias instruccionales aplicadas para promover el aprendizaje significativo de los estudiantes. En un caso específico se utilizó el software de simulaciones diseñado por Walter Fendt (Fendt, 2004). La selección de dichas simulaciones se realizó según los criterios

establecidos en Heinich et al. (2002): (a) se adaptaba al contenido y a los objetivos educativos planteados en la estrategia instruccional por aplicarse; (b) permitía la participación del usuario, lo que favorecía la aplicación de estrategias conceptuales y procedimentales, y (c) el usuario podía hacer ajustes en las variables. Adicionalmente como una de las características primarias que se adaptaban a las particularidades propias del aprendiz, es que el programa de simulaciones se presentaba en versión en español y era de libre uso.

El paquete de simulaciones utilizado, fue la edición ph11s y se encuentra en el sitio Web <http://www.walter-fendt.de/ph11s/> (Fendt, 2004). Posee 40 simulaciones basadas en diversas áreas de la física, pero en el caso específico de este estudio se utilizaron: (a) movimiento con aceleración constante, para la práctica de los contenidos a desarrollar en movimiento rectilíneo horizontal y (b) movimiento de proyectiles, para el desarrollo del tema movimiento rectilíneo vertical. Una ventaja que ofrecen las simulaciones seleccionadas, es que el operador puede detener en cualquier instante el movimiento del móvil para realizar las observaciones respectivas, pudiendo en cualquier momento reiniciarlo o reestablecerlo si desea modificar los datos iniciales.

Considerando las aportaciones didácticas que ofrecen las simulaciones, de acuerdo con la revisión de la literatura realizada, se fortaleció la decisión del autor al uso de las mismas en el complejo mundo del aprendizaje. Se brinda así al estudiante la posibilidad de aprender resolviendo situaciones problemáticas e investigando, en función de obtener mejoras en la adquisición de sus conocimientos y habilidades. Además, se aprovechó la posibilidad de combinar estrategias instruccionales guiadas para tratar de conseguir un sistema de aprendizaje eficaz.

3. Metodología utilizada en el estudio

El estudio realizado correspondió a una investigación de campo, la cual concierne al *"análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia"* (Barrios, 1998, p. 5). Adicionalmente, se define como una investigación aplicada ya que *"es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías"* (Tamayo, 1998, p. 51).

La investigación se llevó a cabo en la carrera de Ingeniería Civil específicamente, en la asignatura Física II ubicada en el 2do semestre, a una población de 270 estudiantes,

correspondiente a los estudiantes inscritos en las seis secciones habilitadas de la materia. Para la sección considerada en el estudio, se procedió a solicitar al Jefe de la Oficina de Registro Académico, la incorporación a la misma de un aproximado de 30 estudiantes repitientes de la asignatura. La muestra atendida es no probabilística, ya que se formó el grupo con estudiantes que tenían que cumplir una característica común, ser repitientes; pero a su vez es no intencionado ya que podía inscribirse cualquier sujeto que cumpliera esa condición (Hernández et al., 2003). De esta manera el investigador no intervino en la muestra seleccionada, aspecto que según Gall et al. (2003) brinda a la experiencia de una apropiada validez interna. La muestra definitiva contó con la intervención de 32 participantes, los cuales acudieron a la totalidad de las actividades pautadas para el estudio.

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue cuasi-experimental, de un solo grupo con pre-posttest (Buendía et al., 1998; León y Montero, 2003). A su vez, de carácter transeccional descriptivo, ya que se indagó la incidencia de una variable sobre un grupo determinado y en un tiempo único (Hernández et al., 2003), guiada bajo un enfoque cuanti-cualitativo. La orientación cuantitativa se delimitó por la recolección de datos numéricos para someter a prueba la hipótesis H_{02} : no existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador y la mejora del rendimiento académico. De acuerdo con Sierra (2001), los diseños cuantitativos permiten probar una hipótesis determinada de una forma lógica y consistente. Los datos numéricos mencionados anteriormente se recabaron a través de una prueba presentada al inicio y otra al final de la experiencia, en las cuales se abordaron los conocimientos tratados durante la aplicación de la estrategia didáctica.

El enfoque cualitativo, permitió observar la realidad tal cual acontece al ser aplicada la estrategia instruccional, permitiendo un esclarecimiento progresivo de las acciones a tomar y del comportamiento del estudiante en la medida que es aplicada la misma, todo esto con la finalidad de validar la hipótesis H_1 : existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por el computador y la mejora en la comprensión de situaciones en cinemática en la asignatura de Física II.

Para llevar a cabo la investigación propuesta se procedió en primera instancia a solicitar a los expertos la validación de los instrumentos diseñados por el investigador en este estudio. Una vez que fueron tomados en cuenta las observaciones y se modificaron los instrumentos respectivos, se solicitó el consentimiento de los participantes del curso para

poder ser aplicada la experiencia. A continuación, en la misma sesión de clases se aplicó una prueba exploratoria para determinar los conocimientos adquiridos por el estudiante en el lapso en el cual reprobó la asignatura, con relación con la unidad temática a ser tratada en la estrategia didáctica aplicada en este estudio. Los datos recabados permitieron establecer el grado de conocimientos adquiridos antes de ser aplicada la misma.

3.2. Variables implicadas

Las variables implicadas en el estudio fueron: (a) las estrategias instruccionales, tomadas como variable independiente; (b) el rendimiento académico, tomado como la variable dependiente, considerado como la calificación obtenida en la escala del 0 al 20, donde la correspondencia entre los objetivos logrados y la calificación será determinada por el área curricular correspondiente. Además, será aprobado un estudiante en una asignatura, cuando haya acumulado una nota mínima de 10 puntos (UCLA, 1998) y (c) comprensión de conceptos como variable intermedia.

La variable comprensión de conceptos, se evaluó a través de aplicación de dichos conceptos en situaciones problemáticas y estuvo caracterizada por los siguientes indicadores: (a) explicación del fenómeno planteado identificando los conceptos de cinemática implicados; (b) interpretación coherente del problema manifestando adicionalmente una idea acerca de la respuesta; (c) búsqueda de datos, ejecución de la solución al problema planteado; (d) empatía, dada por el intercambio de información entre los compañeros y mantenimiento de sus ideas; y (e) auto-evaluación, dada por el reconocimiento y reconsideración de las fallas cometidas. Estos indicadores se subdividieron a su vez en 22 categorías (ver Tabla 1).

Tabla 1: Variables Implicadas en el Estudio

VARIABLE	INDICADORES	CATEGORIAS
Independiente: Estrategias Didácticas		
Dependiente: Rendimiento Académico	Calificaciones	Aprobado ≥ 5 puntos Reprobado < 5 puntos
Intermedia: Comprensión de conceptos en cinemática	Que el individuo pueda explicar. Proporciona explicaciones con basamento teórico del fenómeno y hechos implicados	1. Identifica los conceptos cinemáticos implicados en el fenómeno. 2. Identifica las condiciones iniciales de la situación planteada. 3. Discrimina entre la información suministrada y la solicitada.

	4. Explica el tipo de movimiento que es manifestado de acuerdo con los conceptos implicados en el fenómeno.
	5. Expresa una idea acerca de la posible solución al problema planteado.
Que el individuo pueda interpretar. Proporciona significado a los hechos y los expresa bajo su propia perspectiva.	6. Elimina información innecesaria.
	7. Identifica la información necesaria.
	8. Realiza conexiones acerca del cómo y el porqué de la ocurrencia del fenómeno, con los conceptos identificados.
	9. Diseña las posibles gráficas a ser obtenidas por el simulador, que se identifiquen con los conceptos cinemáticos implicados en el fenómeno.
	10. Relaciona los conceptos a situaciones nuevas.
Que el individuo pueda aplicar. Le da uso al conocimiento adquirido.	11. Clasifica en forma ordenada la información necesaria.
	12. Aplica correctamente reglas o algoritmos.
	13. Utiliza correctamente las transformaciones de unidades.
	14. Revisa la racionalidad de la respuesta al compararla con la suministrada por el simulador.
	15. Realiza lo pedido e investiga otros aspectos no solicitados (cambiando variables en el simulador y buscando alternativas de respuesta).
Que el individuo pueda crear empatía. Se identifica mentalmente con la experiencia de aprendizaje y afectivamente con el estado de ánimo de otra persona, intercambiando ideas y manteniendo puntos de vista.	16. Puede sostener una explicación simple utilizando el simulador para aclaratorias alternativas.
	17. Es persistente cuando intenta explicar sus ideas.
	18. Muestra curiosidad por el trabajo de otros, solicitando información.
	19. Solicita aclaratorias a sus compañeros o docente cuando posee dudas.
Que el individuo pueda autoevaluarse. Reconoce las fallas que le provocaron cometer errores en la aplicación del conocimiento.	20. Compara sus resultados con los obtenidos en el simulador y detecta fallas si las hay.
	21. Repite la actividad en el simulador si ha fallado en algo.
	22. Solicita asignaciones adicionales como práctica en el simulador.

3.3. Estrategia didáctica aplicada

La estrategia didáctica o instruccional que se empleó en la experiencia con el uso de las simulaciones de Walter Fendt, se basó en los criterios de Gil (2002) para un aprendizaje como cambio conceptual. En función de los criterios de Gil se desarrolló una estrategia enfocada en la construcción o reconstrucción de los conceptos físicos, fomentándose a su vez el trabajo colaborativo y participativo. La estrategia conllevó tres etapas:

- Preinstruccional, para preparar al docente en qué y cómo iba a aprender. En ésta fase se explicó en qué consistía la experiencia, indicándose además el sistema de evaluación, actividades por ejecutar en las salas de computación, manejo del software de simulaciones y tareas que debían realizar fuera de las sesiones formales de clase.
- Instruccional, para promover la adquisición de un aprendizaje significativo, influenciado por

el trabajo colaborativo entre los propios estudiantes y el docente. Se introdujo el contenido temático de cinemática basado en movimiento rectilíneo horizontal y movimiento rectilíneo vertical. Se facilitó material instruccional y se iniciaron las ejercitaciones, en un principio con ejemplos visualizados a través del software de simulaciones y luego desarrollados, para validar los resultados a través del mismo programa.

Al aplicar la estrategia, se obtuvo información a través de un proceso de observación sistemática. Sánchez y Nube (2003) señalaron, que este tipo de observación puede ser realizada por el mismo docente, en su carácter de investigador, cuando tiene una idea exacta de lo que desea saber, en función de las variables y atributos planteados para ser estudiados. En las sesiones de trabajo se aplicó en dos oportunidades la guía de observación diseñada, en las sesiones formales en las salas de computación.

- Postinstruccional, promovido por la acción crítica de nuevos ejemplos a través de discusiones guiadas, para comprobar la transferencia de los conocimientos a otras situaciones. Durante esta etapa se propusieron problemas alternos, de los cuales debían ser contrastadas las soluciones con el software de simulaciones. En este momento es aplicada nuevamente la guía de observación.

Una vez concluida la experiencia, se aplicó por segunda vez la prueba exploratoria de conocimientos como una prueba final o posprueba para establecer ponderativamente la efectividad de la estrategia, lo que permitió obtener una calificación para determinar cuál era el rendimiento del estudiante en comparación con el pretest.

3.4. Instrumentos

Los instrumentos aplicados durante la investigación fueron:

Prueba de conocimientos. Cuestionario aplicado como prueba exploratoria de conocimientos al inicio de la actividad didáctica y como prueba final al culminar esta; estructurado con preguntas de selección simple. Como prueba exploratoria, permitió determinar las fortalezas o debilidades previamente al inicio del estudio de la unidad temática por desarrollar en la estrategia diseñada. Como postest, permitió verificar si se consolidó el conocimiento adquirido, poniéndose a prueba la hipótesis H_{02} : no existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador y la mejora del rendimiento académico.

Guía de observación. Pauta de observación en que se detallan los datos que se han de recoger, pudiéndose cuantificar más fácilmente debido a su homogeneidad, considerando los aspectos principales del problema en estudio (Sánchez y Nube, 2003). Se estructuró con 22

categorías, las cuales guardan relación con los indicadores identificados para la variable *"comprensión de situaciones cinemáticas"*.

Para determinar la fiabilidad de la guía de observación se aplicó el coeficiente de concordancia o porcentaje simple de acuerdo, a través del estudio de la coincidencia de eventos observados entre dos espectadores llamado también fiabilidad inter-observadores, el cual consistió en la aplicación del instrumento a dos personas en un mismo tiempo, en el caso particular de este estudio fueron el docente investigador y otro docente colaborador (Buendía et al., 1998; León y Montero, 2003). El coeficiente de concordancia o porcentaje simple de acuerdo determinado para la primera aplicación del instrumento fue de un 83%, para la segunda aplicación de un 89% y para la tercera aplicación de un 94%. Cabe destacar que de acuerdo con León y Montero (2003), se consideran fiables aquellos procedimientos que obtengan por lo menos un 80% de acuerdo entre observadores.

4. Resultados

4.1. Resultados obtenidos para el análisis de la primera pregunta de investigación

La primera pregunta establecida en esta investigación para ser probada fue: ¿Puede mejorarse la comprensión de situaciones cinemáticas en los estudiantes, mediante la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por computadoras? Para darle respuesta a la misma se procedió a comprobar la hipótesis nula H_{01} : no hay relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones en asistidas por el computador y la mejora en la comprensión de situaciones en cinemática en la asignatura de Física II.

Para el estudio de los datos recabados en la guía de observación se aplicó análisis estadístico descriptivo, determinándose el porcentaje de la frecuencia de aparición de conductas observables. Los indicadores propuestos (ver Tabla 1 p. 16) fueron (a) que el individuo pueda explicar, "proporciona explicaciones con basamento teórico del fenómeno y hechos implicados" (Categorías 1 a 5); (b) que el individuo pueda interpretar, "proporciona significado a los hechos y los expresa bajo su propia perspectiva" (Categorías 6 a 10); (c) que el individuo pueda aplicar, "le da uso al conocimiento adquirido" (Categoría 11 a 15); (d) que el individuo pueda crear empatía, "se identifica mentalmente con la experiencia de aprendizaje y afectivamente con el estado de ánimo de otra persona, intercambiando ideas y manteniendo puntos de vista" (Categoría 16 a 19); y (e) que el individuo pueda autoevaluarse, "reconoce las fallas que le provocaron cometer errores en la aplicación del

conocimiento" (Categorías 20 a 22).

Los resultados obtenidos correspondientes para el primer indicador relacionado a que el individuo pueda *explicar proporcionando explicaciones con basamento teórico del fenómeno y hechos implicados*, son para la Categoría 1, "identifica los conceptos cinemáticos implicados en el fenómeno". En la primera aplicación 71.9% de participantes identificaron los conceptos, en la segunda aplicación 84.4% y en la tercera aplicación 96.9%. Para la Categoría 2, *identifica las condiciones iniciales de la situación planteada* en la primera aplicación 78.1% de los participantes identificaron las condiciones iniciales, en la segunda aplicación 84.4% y en la tercera aplicación 96.9%.

Para la Categoría 3, *discrimina entre la información suministrada y la solicitada* en la primera aplicación 78.1% de estudiantes discriminaron la información, en la segunda aplicación 84.4% y en la tercera aplicación 96.9%. En la Categoría 4, *explica el tipo de movimiento que es manifestado de acuerdo con los conceptos implicados en el fenómeno* en la primera aplicación 71.9% de los participantes pudieron explicar el movimiento, en la segunda aplicación 81.3% y en la tercera aplicación 93.8%. Para la Categoría 5, *expresa una idea acerca de la posible solución al problema planteado* en la primera aplicación 71.9% de estudiantes manifestaron como podían resolver los problemas, en la segunda aplicación 81.3% y en la tercera aplicación 93.8%.

Los datos recabados para el segundo indicador relacionado con que el individuo pueda interpretar, proporciona significado a los hechos y los expresa bajo su propia perspectiva. Son para la Categoría 6, *elimina información innecesaria*. En la primera aplicación 65.6% de los participantes eliminaron los datos no pertinentes para la solución del problema. En la segunda aplicación el 75.0% descartaron que no eran relevantes los datos y en la tercera aplicación el 87.5%. Para la Categoría 7, *identifica la información necesaria*. En la primera aplicación 78.1% de estudiantes identificaron los elementos pertinentes para la solución del problema, en la segunda aplicación 84.4% y en la tercera aplicación 90.6%.

En la Categoría 8, *realiza conexiones acerca del cómo y el porqué de la ocurrencia del fenómeno, con los conceptos identificados*. En la primera aplicación 68.8% de los participantes manifestaron las conexiones, en la segunda aplicación 78.1% y en la tercera aplicación 90.6%. Para la Categoría 9, *diseña las posibles gráficas a ser obtenidas por el simulador, que se identifiquen con los conceptos cinemáticos implicados en el fenómeno*. En la primera aplicación 68.8% de los participantes realizaron diversos gráficos hasta lograr el definitivo, el cual correspondía con el fenómeno estudiado, en la segunda aplicación 78.1% y en la tercera aplicación 90.6%. Categoría 10, *relaciona los conceptos a situaciones nuevas*.

En la primera aplicación 68.8% participantes relacionaron los conceptos a otras situaciones, en la segunda aplicación 78.1% y en la tercera aplicación 90.6%.

La información obtenida para el indicador tres está relacionada con que el individuo pueda aplicar y dar uso al conocimiento adquirido. Para la Categoría 11, *clasifica en forma ordenada la información necesaria, relacionando los conceptos a situaciones nuevas*, la primera aplicación 68.8% estudiantes clasificaron la información, en la segunda aplicación 78.1% y en la tercera aplicación 90.6%. Para la Categoría 12, *aplica correctamente reglas o algoritmos*, un 56.6% de estudiantes aplicaron las reglas y algoritmos en la primera aplicación de la guía de observación, 56.3% en la segunda aplicación y 68.8% en la tercera. Para la Categoría 13, *utiliza correctamente las transformaciones de unidades*, en la primera aplicación 68.8% estudiantes utilizaron correctamente el sistema de transformaciones, en la segunda aplicación 78.1% y en la tercera aplicación 90.6%.

Para la Categoría 14, *revisa la racionalidad de la respuesta al compararla con la suministrada por el simulador*, se observó que un 68.8% de estudiantes racionalizaron las respuestas obtenidas en la primera aplicación de la guía, en la segunda 78.1% y en la tercera aplicación 90.6%. Para la Categoría 15, *realiza lo pedido e investiga otros aspectos no solicitados* cambiando variables en el simulador y buscando alternativas de respuesta, se obtuvo en la primera aplicación que un 68.8% de estudiantes investigó algo más de lo solicitado, en la segunda aplicación 78.1% y en la tercera aplicación 90.6%.

El indicador cuatro se relacionaba con que el individuo pueda crear empatía identificándose mentalmente con la experiencia de aprendizaje y afectivamente con el estado de ánimo de otra persona, intercambiando ideas y manteniendo puntos de vista. Para la Categoría 16, *puede sostener una explicación simple utilizando el simulador para aclaratorias alternativas*, el 56.3% de estudiantes explicó en forma consistente utilizando las simulaciones como apoyo, en la primera ronda de observación, 56.3% en la segunda y un 68.8% en la tercera. Para la Categoría 17, *es persistente cuando intenta explicar sus ideas*, en la primera aplicación un 56.3% de participantes fue persistente en sus ideas al tratar de confrontarlas con otros, 56.3% en la segunda y un 68.8% en la tercera. Para la Categoría 18, *muestra curiosidad por el trabajo de otros, solicitando información*, en la primera aplicación un 65.5% de participantes indagó sobre el trabajo de los demás compañeros, 71.9% en la segunda y un 84.4% en la tercera. Finalmente, para la Categoría 19, *solicita aclaratorias a sus compañeros o docente cuando posee dudas*, en la primera aplicación un 65.6% de estudiantes solicitó aclaratorias, 71.9% en la segunda y un 84.4% en la tercera.

El quinto indicador relacionado a si el individuo pueda autoevaluarse reconociendo las

fallas que le provocaron cometer errores en la aplicación del conocimiento. Para la Categoría 20, *compara sus resultados con los obtenidos en el simulador y detecta fallas si las hay*, en la primera aplicación un 68.8% de estudiantes detectaron sus fallas al comparar los resultados con el simulador, 78.1% en la segunda y un 90.6% en la tercera. Para la Categoría 21, *repite la actividad en el simulador si ha fallado en algo*, en la primera aplicación de la guía se observó que un 90.6% de estudiantes que habían fallado repitió la actividad, 93.2% en la segunda aplicación y 96.9% en la tercera. Para la Categoría 22, *solicita asignaciones adicionales como práctica en el simulador*, en la primera aplicación un 65.5% de participantes indagó sobre el trabajo de los demás compañeros, 75.0% en la segunda y un 87.5% en la tercera.

4.2. Resultados obtenidos para el análisis de la segunda pregunta de investigación

La segunda pregunta planteada en esta investigación fue ¿Puede mejorarse el rendimiento académico de los estudiantes, mediante la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por computadoras? Para dar respuesta a la misma se procedió a comprobar la hipótesis nula H_{02} : no existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador y la mejora del rendimiento académico obtenido.

Para realizar el estudio respectivo se aplicó una prueba de hipótesis empleando un análisis t student de muestras relacionadas (Buendía et al., 1998; León y Montero, 2003), con un nivel de confianza de $\alpha = 0.05$ para un tamaño de muestra de 32, realizando una comparación entre las medias obtenidas en las calificaciones de la prueba exploratoria o pretest y la prueba final o posttest de los participantes. Las calificaciones logradas por los estudiantes en la prueba inicial sobre la escala de 10 puntos, oscilaban entre 0 y 4 puntos obteniéndose una media de 1.6250. En la prueba final o posttest la misma población participante logró notas entre 2.50 y 9 puntos sobre la misma escala de 10, en este caso la media calculada fue de 5.7031. Comparando el margen de las puntuaciones en ambas pruebas, se pudo observar que mejoraron los valores en la segunda prueba aplicada, lográndose una diferencia entre las medias de 4.0781. Estos resultados reflejan que hubo un efecto positivo de la estrategia instruccional empleada sobre el aprendizaje en los estudiantes, ya que mejoraron las calificaciones con respecto a la primera prueba o pretest.

Adicionalmente de acuerdo con los resultados determinados al aplicar el paquete estadístico, se obtuvo una $t = -36.995 < 0$; $p = .000 < .01$; con 31 gl (grados de libertad); para

una media de -4.0781 valorada entre -4.3030 y -3.8533 . Acorde a las cifras presentadas y tomando el valor de p (significancia bilateral) obtenido menor que $\alpha = 0.05$, para la media estimada entre los valores calculados para el 95% de confianza establecido (Triola, 2004), se procedió a rechazar la hipótesis nula H_{02} : no existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador y la mejora del rendimiento académico obtenido por los estudiantes.

5. Discusión

5.1. Discusión de la primera pregunta de investigación

La comprensión de situaciones en cinemática, considerada como variable intermedia, fue evaluada a través de los indicadores: (a) que el individuo pueda explicar con basamento teórico el fenómeno y hechos implicados; (b) que el individuo pueda interpretar proporcionando significado a los hechos y los expresa bajo su propia perspectiva; (c) que el individuo pueda aplicar dando uso al conocimiento adquirido; (d) que el individuo pueda crear empatía relacionándose con sus compañeros, intercambiar ideas y mantener puntos de vista y (e) que el individuo pueda autoevaluarse, reconociendo las fallas que provocaron cometer errores en la aplicación del conocimiento. Tal como refirieron para el término comprensión Wiggins y McTighe (1999). Para el primer indicador de acuerdo con las observaciones al ser aplicada la guía, en cada actividad aumentó de un 71.9% a un 96.9% la cantidad de estudiantes que pudieron explicar con basamento teórico, proporcionando detalles de los hechos presentados en las situaciones problemáticas propuestas para su respectiva resolución, identificando los conceptos cinemáticos implicados y condiciones de entrada.

La observación de estas conductas, con acuerdo con lo expresado por Kofman (2004), al manifestar que involucrar simulaciones en las estrategias didácticas, se permite al estudiante un aprendizaje a nivel conceptual y procedimental promoviendo el desarrollo de la metacognición. Aspecto que se fortalece de acuerdo con Flechsig y Schiefelbein (2004), al establecer que utilizando simulaciones el aprendiz realiza una asociación de las tareas, en el uso de la herramienta con sus conocimientos previos, permitiendo de esta manera los procesos de metacognición tal como se mencionó anteriormente.

En lo que respecta al segundo indicador tratado, relativo al proceso de interpretación, se observó también un incremento de las conductas observadas cada vez que era aplicada la guía por el docente investigador. Sin embargo, la cantidad de estudiantes que mostraron la conductas en cada categoría fue menor que para el primer indicador, osciló entre un

65.6% y 90.6%. Como en el caso particular de la categoría seis al evaluar si los aprendices podían eliminar la información innecesaria al interpretar el problema, así como, en la categoría 10 referida a relacionar los conceptos con situaciones nuevas. Este aspecto llama a la reflexión, en el sentido de que si bien las conductas eran apreciables hubo menos dificultad por parte del estudiante en explicar físicamente el problema que en interpretarlo. Lo detectado, pone de manifiesto la necesidad de realizar una revisión de las estrategias implementadas y la forma en cómo se utilizaron las simulaciones como herramientas de apoyo, para lograr interpretar el fenómeno o hecho planteado en los problemas propuestos. Esta observación se fortalece por lo expuesto por Heinich et al., (2002), al expresar que las simulaciones deben adaptarse a las situaciones, permitiendo eliminar los distractores que harían compleja la comprensión y deben ser acompañadas por estrategias instruccionales que aparten al estudiante del ensayo y error.

En el caso del tercer indicador, en el cual se evaluaba si podía aplicarse el conocimiento adquirido al resolver los problemas y apoyarse en las simulaciones, se detectó también un incremento del 68.8% al 90.6% de estudiantes que manifestaron las conductas de acuerdo con las categorías seleccionadas en la guía de estudio. Simonson y Thompson (1997) manifestaron que utilizar simulaciones requiere que el estudiante desarrolle destrezas en los niveles de aplicación, análisis y síntesis. Pero para lograr estas habilidades se requiere tal como se expresó en el caso del indicador anterior, que las estrategias implementadas se desarrollarán con la ayuda de las simulaciones.

En referencia al cuarto indicador, que el individuo pueda crear empatía, se observó que en la información suministrada en cada categoría, desde la primera aplicación a la tercera de la guía de observación, hubo un incremento de un 56.3% a un 84.4% de participantes que manifestaron las conductas. Hubo menos observaciones positivas, especialmente en los casos en que se debía sostener una explicación de los hechos ocurridos una vez resuelto el problema y contrastado con lo obtenido en las simulaciones, así como cuando se debía explicar sus ideas. El estudio de este cuarto indicador tiene que ver con los aspectos actitudinales, se pone de manifiesto ante los resultados obtenidos que si bien las características de los estudiantes son similares, no lo son sus habilidades para mantener sus ideas ante un hecho. Al hacer revisión acerca de este aspecto, en Díaz y Hernández (2002) manifestaron que se deben reforzar las estrategias de tipo actitudinal, referidas a la disposición hacia los objetos, personas o situaciones. Por consiguiente, el utilizar simulaciones en las estrategias aplicadas aumentó de acuerdo a las tres observaciones la empatía de acuerdo con los criterios de Wiggins y McTighe (1999), sin embargo deberían

estudiarse más las individualidades de los participantes.

Para el quinto indicador, que el individuo pueda autoevaluarse, de los resultados de las tres observaciones al aplicarse la guía, se evidenció un incremento de un 65.6% a un 90.6% de estudiantes que evidenciaron las conductas observadas. Estos aspectos se consolidan con lo expuesto en la literatura, en la que Kofman (2000) manifestó que el estudiante se vuelve un ente activo en su proceso de aprendizaje, pudiendo observar de forma inmediata los resultados de las decisiones que tomó al aprender investigando. Así mismo, Kofman y Cámara (2004) expresaron que utilizar simulaciones permite la búsqueda continua de modelos alternativos al desajustarse sus predicciones o conclusiones al resolver un problema.

Concluyendo en función de los indicadores observados durante las tres aplicaciones de la guía de observación, hubo un incremento de dichas conductas en la medida que se iban desarrollando las actividades dispuestas para el estudio. Por tanto, apoyándose en Wiggins y McTighe (1999) en lo que respecta a las facetas presentadas por ellos acerca de lo que es comprender, se puede decir que la aplicación de estrategias apoyadas en simulaciones permitió mejorar la comprensión de los conceptos que debían ser aplicados al resolver las situaciones problemáticas.

5.1. Discusión de la segunda pregunta de investigación

De acuerdo con los resultados reflejados en el análisis de la segunda pregunta de investigación ¿Puede mejorarse el rendimiento académico, mediante la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por computadoras? se concluye que mejoró el rendimiento, al rechazarse la hipótesis nula H_{02} : no existe relación entre la aplicación de estrategias instruccionales basadas en el uso de simulaciones asistidas por el computador y la mejora del rendimiento académico. Lo anterior, debido a las calificaciones obtenidas en la prueba final después de aplicada la estrategia instruccional son significativamente mayores, que las calificaciones logradas por los mismos participantes en la prueba exploratoria antes del tratamiento.

6. Conclusiones

La investigación planteada para dar respuesta: ¿Puede mejorarse la comprensión de situaciones cinemáticas, mediante la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por computadoras? y ¿Puede mejorarse el rendimiento académico, mediante la aplicación de estrategias instruccionales basadas en simulaciones asistidas por

computadoras? Obtuvo como resultado para satisfacer la primera interrogante, que a través de la aplicación de estrategias didácticas o instruccionales haciendo uso de simulaciones, y los respectivos instrumentos para valorar cualitativamente las mismas, los estudiantes que participaron mejoraron su comprensión de los conceptos en cinemática, de acuerdo con los parámetros expuestos por Wiggins y McTighe (1999).

En la segunda interrogante, tomando como referencia el diseño propuesto, aplicando: (a) pretest para la medida de la variable dependiente "*rendimiento académico*", (b) tratamiento o variable independiente "*estrategias didácticas*", en busca específicamente de las variaciones que se producen sobre la variable dependiente interviniendo específicamente sobre ella; y (c) posttest para valorar nuevamente la variable dependiente; logró evidenciar que el haber empleado estrategias instruccionales haciendo uso de simulaciones ayudó a mejorar el rendimiento académico.

Considerando los resultados obtenidos, se recomienda seguir utilizando las simulaciones en el área de la física, y en asignaturas afines como la matemática, para el apoyo de estrategias instruccionales. Por otro lado, basándose en el hecho de que, el fin último de todo proceso de enseñanza es lograr que el estudiante logre un efectivo y duradero aprendizaje, se recomienda también, aplicar dichas estrategias utilizando las NTIC, tomando en cuenta las características individuales de los alumnos.

Un aspecto que reforzaría futuras investigaciones y aumentaría el nivel de confiabilidad, sería profundizar en el aspecto cualitativo del estudio, a través de encuestas aplicando cuestionarios de actitud, adicionalmente, una guía de observación que permita indagar sobre aspectos más profundos del proceso observado. Por otro lado, de acuerdo a que la literatura revisada enfatiza en todas las bondades del uso de las simulaciones, se recomienda seguir investigando al respecto en función de los resultados que arrojó este estudio.

7. Referencias

- Area, Manuel. (2002). **Sociedad de la Información, Tecnologías Digitales y Educación. Web docente de Tecnología Educativa.** Recuperado el 15 de Enero del 2006, de <http://webpages.ull.es/users/manarea/documento15.htm>.
- Ausubel, David; Novak, Joseph y Hanesian, Helen. (1990). **Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo.** México, D.F.: Trillás.
- Barrios, Maritza. (1998). **Manual de trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales.** Caracas, Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Vicerrectorado de Investigación y Postgrado.

- Buendía, León; Colás, Pilar y Hernández, Fuensanta. (1998). **Métodos de Investigación en Psicopedagogía**. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Castañeda, Margarita. (1995). **Los medios de la comunicación y la tecnología educativa**. México, D.F.: Trillás.
- Cotignola, María Isabel; Rébora, Gustavo; Difazio, Marco y Punte, Graciela. (1998). **Utilización de Simulaciones, Integradas dentro de una Estrategia Didáctica Específica**. Recuperado el 28 de Septiembre del 2006, de <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt200342412629278.pdf>.
- Díaz, Frida y Hernández, Gerardo. (2002). **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista**. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Escamilla, José. (2003). **Selección y uso de tecnología educativa**. México, D.F.: Trillas.
- Fendt, Walter. (2004). **Applets Java de la Física: Applets de Simulaciones**. Recuperado el 13 de Octubre del 2006, de <http://www.walter-fendt.de/ph11s>.
- Flehsig, Karl-Heinz y Schiefelbein, Ernesto. (2004). **20 Modelos Didácticos para América Latina: Capítulo 19**. Recuperado el 30 de Septiembre del 2006, de http://www.educoas.org/portal/bdigital/contenido/interamer/interamer_72/Schiefelbein-Chapter19New.pdf.
- Fonseca, Medardo; Hurtado, Alvaro; Lombana, Carlos y Ocaña, Oscar. (2006) La simulación y el experimento como opciones didácticas integradas para la conceptualización en física. **Revista Colombiana de Física**, 38 (2), 707-710
- Fuentes, Raúl y Herrera, Susana (2002). **Tecnología, Cognición y Aprendizaje: Construcción Educativa de Realidades Mediante la Simulación Computacional**. Recuperado el 14 de Abril del 2006, de <http://web.udg.es/tiec/orals/c38.pdf>.
- Gall, Meredith; Gall, Joyce y Borg, Walter. (2003). **Educational Research: An introduction**. Boston: Pearson Education.
- Gallego, Rómulo y Pérez, Roymán. (1997). **La enseñanza de las ciencias experimentales: El constructivismo del caos**. Santafé de Bogotá, Colombia: Mesa Redonda. Magisterio.
- Gil, Daniel. (2002). **Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: CIENCIAS**. Recuperado el 20 de Mayo del 2006, de <http://www.campus-oei.org/oeivirt/gil02b.htm>.
- Heinich, Robert; Molenda, Michael; Russell, James y Smaldino, Sharon. (2002). **Instructional Media and Technologies for Learning**. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Harper, Barry; Squires, David y McDougall, Anne. (2000). Constructivist Simulations: A New Design Paradigm. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, 9 (2),: 150-30. Recuperado el 15 de Septiembre del 2007, de la base de datos Wilson Web Education Full Text.

- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. (2003). **Metodología de la Investigación** (3a ed.). Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana.
- Izard, Martin. (2001). Enseñanza de procesos de pensamiento: Metodología, metacognición y transferencias. **Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa**, 9 (2). Recuperado el 10 de Enero del 2006, de http://www.uv.es/RELIEVE/v9n2/RELIEVEv9n2_3.htm.
- Kashihara, Akihiro; Kinshuk; Oppermann, Reinhard; Rashev, Rossen y Simm, Helmut. (2000). A Cognitive Load Reduction Approach to Exploratory Learning and Its Application to an Interactive Simulation-Based Learning System. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, 9 (3), 253-76. Recuperado el 15 de Septiembre del 2006, de la base de datos Wilson Web Education Full Text.
- Keller, Tanja; Gerjets, Peter; Scheiter, Khatarina y Garsoffky, Bärbel. (2004). **Information Visualizations as Learning Tools**. Recuperado el 23 de Marzo del 2007, de http://www.iwm-kmrc.de/workshops/sim2004/pdf_files/Keller_et_al.pdf.
- Kleinman, Edward y Dwyer, Francys. (1999). Analysis of computerized visual skills: Relationships to intellectual skills and achievement. **International Journal of Instructional Media**, 26 (1), 53-69. Recuperado el 23 de Marzo del 2006, de la base de datos Wilson Web Education Full Text.
- Kofman, Hugo. (2000). Modelos y Simulaciones Computacionales en la Enseñanza de la Física. [Versión electrónica]. **Revista Educación en Física**, 6, 13-22.
- Kofman, Hugo. (2004). **Aplicación de software de simulación en enseñanza de Fluidostática**. Recuperado el 14 de Mayo del 2007, de <http://www.fiqus.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/fluidos.pdf>.
- Kofman, Hugo y Cámara, Cristina. (2004). **Limitaciones del modelo físico idealizado: La simulación computacional como propuesta didáctica**. Recuperado el 2 de Julio del 2006, de: <http://www.fiqus.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/modideal.pdf>.
- Lee, June. (1999). Effectiveness of Computer-Based Instructional Simulation: A Meta Analysis. **International Journal of Instructional Media**, 26 (1), 71-85. Recuperado el 15 de Septiembre del 2006, de la base de datos Wilson Web Education Full Text.
- León, Orfelio y Montero, Ignacio. (2003). **Métodos de Investigación en Psicología y Educación** (3ra ed.). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Mayer, Richard; Heiser, Julie, y Lonn, Steve. (2001). Cognitive Constraints on Multimedia Learning: When Presenting More Material Results in Less Understanding. **Journal of Educational Psychology**, 93 (1), 187. Recuperado el 12 de Mayo del 2006, de la base de datos PsycARTICLES.
- Mayer, Richard y Moreno, Roxana. (1998). A Split-Attention Effect in Multimedia Learning: Evidence for Dual Processing System in Working Memory. **Journal of Educational Psychology**, 90 (2), 312. Recuperado el 12 de Mayo del 2006, de la base de datos PsycARTICLES.

- Merril, Mary Margaret. (2003). **The Role of Animated Pedagogical Agents in Multimedia Learning Environments**. Dissertation Abstracts International, 53 (01), 144A. (UMI No. 3106934) Mississippi State University, EEUU.
- Meza, Susana; Lucero, Irene y Aguirre, María Silvia. (2002). **Trabajos prácticos de física y aprendizaje significativo**. Recuperado el 28 de Septiembre del 2006, de <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/09 Educacion/D-026.pdf>.
- Moreira, Marco Antonio. (2000). **Aprendizaje Significativo: Teoría y práctica**. Madrid, España: Aprendizaje Visor.
- Pozo, José Ignacio. (2002). **Teorías cognitivas del aprendizaje** (7ma ed.). Madrid, España: Morata.
- Rezende, Flavia y De Souza, Susana. (2003). **Diseño Instruccional de un Sistema Hypermedia para el Aprendizaje de la Física Fundamentado en las Perspectivas Teóricas del Cambio y del Desarrollo Conceptual**. Recuperado el 28 de Septiembre del 2006, de http://www.blues.uab.es/rev-ens-ciencias/revistes/revista_extra/103-109.pdf.
- Sánchez, Morelys y Nube, Stephan. (2003). **Compendio Metodología Cualitativa en la Educación: Cuadernos Monográficos Candidus**. Caracas, Venezuela: Candidus Editores Educativos.
- Schlosser, Lee y Simonson, Michael. (2002). **Distance Education: Definition and glossary of terms**. Bloomington, IN: Association for Educational Communications and Technology.
- Sierra, Restituto. (2001). **Técnicas de Investigación Social: Teorías y Ejercicios** (14ta ed.). Madrid, España: Paraninfo.
- Simonson, Michael y Thompson, Ann. (1997). **Educational Computing Foundations** (3ra ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Tamayo, Mario. (1998). **El Proceso de la Investigación Científica** (3ra ed.). México, D.F.: Limusa.
- Triola, Mario. (2004). **Estadística** (L.E. Pineda, Trad.). México, D.F.: Pearson Addison Wesley.
- UCLA. (1998). **Reglamento general de evaluación del rendimiento académico estudiantil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado**. Recuperado el 24 de Mayo del 2006, de <http://www.ucla.edu.ve/secretaria/Gacetitas/GACETAS/GACETA20/UTILITI/GACETA%2020/REGLAMENTO%20GENERAL%20DE%20EVALUACION.pdf>.
- UCLA. (2004). **Políticas académicas de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado**. Aprobadas en Consejo Universitario N° 1522 de fecha 14 de abril del 2006. Barquisimeto, Venezuela: UCLA.
- Wetherill, Karen; Midgett, Carol y McCall, Margherite. (2003). **Determining the Impact of**

Applet-Based Instructional Materials on Teacher Knowledge of Content and Pedagogy, Instructional Planning, and Student Learning of Fractions. Recuperado el 24 de Febrero del 2006, de: <http://illuminations.nctm.org/downloads/UNCWrschReport.pdf>.

Windschitl, Mark y Andre, Thomas. (1998). Using Computer Simulations to Enhance Conceptual Change: The Roles of Constructivist Instruction and Student Epistemological Beliefs. **Journal of Research in Science Teaching**, 35 (2), 145–160. Recuperado el 25 de Octubre del 2006 de la base de datos Interscience.Wiley.

Wiggins, Grant y McTighe, Jay. (1999). **Understanding by design handbook**. Recuperado el 7 de Marzo del 2006, de la base de datos de Columbia University Libraries.

Woolfolk, Anita. (1999). **Psicología Educativa** (7ma ed.). México, D.F.: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.