

**COMPUTERIZED SIMULATION AS A SIGNIFICANT LEARNING CONTEXT
IN THE PROCESS OF TEACHING AND LEARNING PHYSICS, FROM
SITUATED COGNITION**

**LA SIMULACION COMPUTARIZADA COMO CONTEXTO DE APRENDIZAJE
SIGNIFICATIVO EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA
FISICA, DESDE LA COGNICION SITUADA**

**PhD. Germán Amaya Franky, Esp. Martha Judit Rosas Contreras
MSc. Lenis Yelitza Santafé Rojas**

Universidad de Pamplona, Facultad de Educación
Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.
Tel.: 57-7-5685303 Ext. 187

E-mail: {german.amaya, leyl}@unipamplona.edu.co, martarosas23@hotmail.com

Abstract: This document is a summarization of results from an investigation developed within methodological activities of teaching and learning in the fields of science, where new technology is the protagonist. It analyzes from a theoretical point of view, supported by data that shows the potential of simulated surroundings as tools that can help generate solutions and be alternatives to the problems of de-contextualization learning in physics. This problem of de-contextualization is present in a majority of educational activities developed in institutional contexts.

Resumen: Este escrito presenta a modo de resumen, los resultados de una investigación que se desarrolló al marco de las actividades metodológicas dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, donde las nuevas tecnologías son las protagonistas. Se trata de establecer un análisis teórico, apoyado por datos, en el que se determinen las potencialidades de los entornos de simulación como espacios que pueden ayudar a generar soluciones y alternativas al problema de la descontextualización del aprendizaje de la física. Esto, como una problemática presente en una gran parte de las actividades educativas desarrolladas en contextos institucionales.

Keywords : De-contextualization, computerized simulators, situated learning.

1. INTRODUCCION

La mayoría de aportes teóricos que se especializan en indagar la manera como los humanos construyen el conocimiento, resaltan la necesidad de desarrollar actividades en contextos concretos que permitan a los individuos encontrarle significado a lo que se aprende. En tal sentido, los eventos reales aportan un entorno de posibilidades situacionales, de significado sociocultural y de

actividad específica, que facultan la construcción de un aprendizaje significativo. La educación tradicional ha buscado por siempre adoptar marcos teóricos y metodologías de enseñanza y aprendizaje que permitan hacer de las aulas de clase un entorno significativo para las actividades pedagógicas¹.

¹ En palabras de Wenger: "la práctica es el proceso por el cual podemos experimentar el mundo y nuestro compromiso con él como algo significativo" (Wenger, E. 2001, p. 75).

Para ello, ha construido las actividades mediante aproximaciones directas a acontecimientos y situaciones del mundo real y programaciones organizadas mediante el empleo de las posibilidades estructuradoras de los textos escritos. La construcción de estas actividades en vista al aprendizaje significativo, constituye un verdadero reto pedagógico, pues la difícil tarea de generar eventos realistas y significativos en el interior de las aulas de clase, termina siendo un objetivo y una fuente de dificultad para el proyecto de la comprensión significativa del mundo dentro de contextos institucionalizados de aprendizaje.

Como proyecto pedagógico en contextos de clausura institucional, surgen tecnologías² artefactuales, teorías generales y sistemas tecnológicos, que han pretendido dar respuesta a dicha problemática. Elementos tales como las videocintas, proyectores, maquetas y modelos de realidad, entre otros, han sido instrumentos utilizados durante décadas; sin embargo, se trata de contextos que, en mayor o menor medida, sólo parcialmente consiguen superar la descontextualización que origina todo aprendizaje formal institucionalizado (Agnew, D. & Glen, C. 1990; Kinzie, M., Strauss, R. & Foss, M. 1993; Jude, L. 1999; Michelsen, C. 2004).

Al respecto, en esta época y gracias a los adelantos en materia de nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC), florecen grandes y positivas expectativas, porque los entornos virtuales de aprendizaje permiten *simular eventos reales* que pueden ser un aporte metodológico a las descontextualizadas actividades educativas dentro de la educación institucionalizada. Estos entornos de simulación, que se hallan inscritos bajo el nombre de *simuladores computarizados*, pueden ser una alternativa metodológica de solución a la *descontextualización del aprendizaje*: Cabe resaltar que, por *simulación* se entiende “toda la teoría relacionada con el proceso en el cual se sustituyen las situaciones reales por otras creadas artificialmente”, pudiendo representar en el modelo la apariencia, la estructura, la organización de sus componentes y la dinámica del sistema. (González, V. 1990, p. 284). La simulación computarizada es la representación digital de un sistema real, expresada mediante otro sistema manipulable que puede ser natural, artificial o imaginario.

² Sancho define la tecnología como “el conjunto de saberes que nos permite intervenir en el mundo, como el conjunto de herramientas físicas o artefactuales, psíquicas o simbólicas y sociales u organizativas” (Sancho, J. 1994, p.7).

De la misma forma, en el plano teórico emergen tecnologías del pensamiento que resaltan el contexto situacional y el proceso dinámico de la actividad como ejes en la construcción del conocimiento. Un ejemplo de estos marcos teóricos es la *cognición situada*. Este marco de inteligibilidad resalta el hecho que “el conocimiento está situado, siendo en parte un producto de actividad, del contexto y de la cultura en la cual se desarrolla y se utiliza” (Brown, J., Collins, A. & Duguid, P. 1989, pp. 33-42). La cognición situada demanda que las actividades deben ser sugeridas por un contexto de realidad situacional, sociocultural y de actividad, para que las interacciones y demás elementos del contexto, permitan a los educandos encontrar significado a lo que se aprende. Desde esta perspectiva, se resalta el carácter fundamental de los entornos reales en la construcción del conocimiento.

Estos hechos exhortan a buscar alternativas de solución que permitan generar eventos realistas y contextos de actividad situada en espacios como las aulas de clase o entornos digitales de educación institucionalizada.

Este trabajo pretende identificar el posible potencial de la simulación computarizada de la realidad, vista como instrumento del método en la construcción significativa del conocimiento; es decir, espacios virtuales de simulación que pueden ser la solución a la descontextualización del aprendizaje que se genera al marco de la educación institucionalizada.

Desde lo anterior, se hace necesario abordar dos grandes espacios en este trabajo: el primero tiene relación con la interpretación pedagógica de los entornos de simulación como instrumentos del método y espacios que posibilitan la contextualización del aprendizaje. Como segundo, se establece un estudio empírico que permita recolectar datos, con el fin de establecer las posibilidades del software de simulación para generar contextos significativos de enseñanza y aprendizaje.

2. LA SIMULACION COMPUTARIZADA

La simulación se define como un “acontecimiento estructurado que involucra relaciones causales entre el elemento y evento que representa una situación del mundo real” (Duchastel 1990, en Martí, E. (1992). La simulación es la reproducción de una situación o un fenómeno que se presenta

generalmente simplificado y, que a su vez, permite la manipulación de sus variables intervinientes. En tal sentido, las simulaciones deben constituir un “modelo de situación o de fenómeno, en el que aparecen los aspectos que se consideran importantes para nuestro propósito, despreciando así los que son secundarios o accesorios” (Delval, J. 1986, p. 154). Por tanto, un entorno o modelo de simulación pretende representar el desarrollo de la realidad en forma parcial, procurando reproducir en parte el funcionamiento de un sistema real.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El trabajo de investigación se inicia con un análisis de los entornos de simulación como espacios que posibilitan el aprendizaje significativo, teniendo como marco de inteligibilidad la cognición situada. Este estudio parte de los aportes de la teoría sociocultural, estableciendo las ideas de Vigotsky como punto de partida de lo que en 1989 se denominó, cognición situada.

En este análisis se establecen los contextos de situación, sociocultural y de actividad, como elementos necesarios en todo proceso de aprendizaje significativo. Desde esta perspectiva se identifican las posibilidades que presentan los entornos computarizados de simulación de la realidad, como instrumentos del método en la aprehensión del contenido, como contextos de situación y como contextos que generan actividad consciente. Así mismo, se analizan dichos entornos como contextos que promueven la interacción social, que generan comunidades de práctica y sistemas colaborativos.

4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Desde el análisis que se ha establecido anteriormente, surgen las bases teóricas de la investigación, dando paso a un diseño con las características de la cognición situada.

Teniendo presente los antecedentes de la investigación, es posible estimar que existen numerosas experiencias que resaltan los efectos positivos sobre el uso de los simuladores en las actividades pedagógicas. Sin embargo, se ha podido apreciar que los estudios existentes evalúan el potencial pedagógico de los entornos de simulación desde aspectos comunes en casi todas las investigaciones:

- En la mayoría de experiencias se han evaluado las propiedades pedagógicas de los simuladores computarizados, versus las potencialidades pedagógicas de los entornos tradicionales de aprendizaje. Estos estudios arrojan resultados que resaltan las virtualidades de los entornos de simulación, en vista a la mejor comprensión de la complejidad dinámica de los sistemas que se estudian en las clases (Wolfe, J. 1975; Orlansky, J. & String, J. 1977; Akpan, J. 2001; Pozo, E.; Álvarez, L.; Roble, A. & Ascuy, M., 1998).

- Un variado grupo de investigaciones demuestra que las actividades de laboratorio en el marco de la educación tradicional, pueden ser tan significativas como las actividades que desde la misma metodología se apoyan en contextos de simulación computarizada (Agnew, D & Glen, C. 1990; Chong, T. 1993; Rosado, L. & Herrero, J. 2006).

- Los estudios que se han desarrollado bajo cognición situada, con la ayuda de simulaciones como instrumento del método en la contextualización del aprendizaje, demuestran que las simulaciones proporcionan un contexto más significativo que el proporcionado por las actividades de clase tradicional (Learning Technology Center. 1992; Kilman, D. 1993; Bottge, R. & Hasselbring, S. 1998).

Desde lo anterior, se aprecia que no existen muchas investigaciones que comparan los efectos que producen los entornos de simulación computarizada, frente a los efectos que generan los espacios de realidad, como instrumentos del método en la enseñanza y el aprendizaje de la física o de otras asignaturas. Al respecto, se considera pertinente verificar si estos entornos de realidad simulada por ordenador, pueden en algún momento ser tan significativos para la construcción del conocimiento, como los entornos de realidad que se generan dentro de un laboratorio verdadero.

Desde lo anterior, surge el siguiente cuestionamiento: *La instrucción basada en una metodología del conocimiento situado dentro de una realidad simulada puede ser tan significativa para la construcción del conocimiento, como la instrucción que desde la misma metodología se sitúa en contextos de laboratorio reales?*

5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Buscando materializar los intereses particulares que genera la presente investigación, se hizo necesario determinar los campos del conocimiento

que serán evaluados dentro de la temática seleccionada - Ley de Ohm-. Al respecto, los siguientes son los objetivos que se establecen teniendo presente la construcción del conocimiento en el ámbito de conceptos, procedimientos y actitudes.

- Comparar y evaluar la eficacia de la simulación computarizada frente a la eficacia de las actividades desarrolladas con material real, vistas como instrumentos del método en la construcción y aplicación del conocimiento conceptual y procedimental, con relación al aprendizaje de la física en estudiantes de secundaria.
- Comparar y evaluar la simulación computarizada frente a las actividades desarrolladas con material real, como instrumentos del método y como elementos que influyen en la actitud de los educandos frente al aprendizaje de la física.
- Comparar y Evaluar los resultados obtenidos por los aprendices en términos de descontextualización (transferencia) del aprendizaje, producto de una instrucción anclada en entornos de simulación, frente a los resultados obtenidos producto de la misma instrucción, anclada en entornos de realidad.
- Comparar y evaluar los resultados en cuanto a retención del aprendizaje conceptual y la actitud de los aprendices, pasados dos meses de concluida la instrucción.

Ahora bien, siguiendo el curso de la investigación, a continuación se presentan las hipótesis de partida.

6. HIPOTESIS DEL ESTUDIO

Con el ánimo de establecer las hipótesis que se han de contrastar al final de la presente investigación, se considera pertinente hacer hincapié en las dos variables que condicionan su redacción. Por tanto, se tiene como variable independiente, la metodología empleada en el proceso instructivo, y como variable dependiente, el aprendizaje producto de las actividades propuestas. Este cometido será posible si se plantea comparar una situación experimental con una situación testigo.

Hipótesis 1. Los estudiantes que reciben instrucción basada en cognición situada, usando el entorno de simulación computarizado como sustituto de la realidad, presentan el mismo nivel de resultados en cuanto a construcción y reconstrucción del aprendizaje *conceptual*, frente a

los estudiantes que reciben la misma metodología usando el laboratorio y material real como sustituto de la realidad.

Hipótesis 2. Los estudiantes que reciben instrucción basada en cognición situada, usando el entorno de simulación computarizado como sustituto de la realidad, presentan el mismo nivel de resultados en cuanto a construcción y reconstrucción del conocimiento en el ámbito de *procedimientos*, frente a los estudiantes que reciben la misma metodología usando el laboratorio y material real como sustituto de la realidad.

Hipótesis 3. Los estudiantes que reciben instrucción desde una metodología de la cognición situada apoyados con entornos de simulación, presentan igual nivel en cuanto a la *actitud* de aprendizaje y al clima relacional y motivacional, con relación a los estudiantes que reciben instrucción desde la misma metodología apoyada con material real.

Hipótesis 4. Los estudiantes que usan la simulación computarizada como instrumento del método en la construcción del conocimiento, presentan resultados en cuanto a *descontextualización* del aprendizaje, tan favorables como aquellos alumnos que desarrollan actividades metodológicas con material real.

Hipótesis 5. Después de pasados dos meses de recibida la instrucción, los alumnos que usaron la simulación como instrumento del método pedagógico en la construcción del conocimiento, presentan los mismos resultados en cuanto a retención del aprendizaje *conceptual*, como el presentado por los alumnos del grupo que empleó el método usando material real.

Hipótesis 6. Después de pasados dos meses de recibida la instrucción, los alumnos que usaron la simulación como instrumento del método en la construcción del conocimiento, presentan resultados decrecientes respecto al clima relacional y *actitudinal*, en la misma proporción que los estudiantes que recibieron instrucción usando material real.

7. TIPO DE INVESTIGACION

Para abordar esta fase experimental, se han tenido presentes los lineamientos del diseño investigativo cuasiexperimental y se ha elegido un modelo con prueba-posprueba, grupos intactos. Este diseño se caracteriza por presentar dos grupos, uno experimental y otro control. Su esquema representativo es el siguiente:

Tabla: 1. Diseño cuasiexperimental con pre-prueba y pos-prueba.

Grupos	Medida de la pre-prueba	Tratamiento	Medida de la pos-prueba
Experimental	0 ₁	X	0 ₂
Control	0 ₁	-	0 ₂

Según la naturaleza de los datos, la presente investigación se enmarca dentro de un enfoque *dominante*, donde predomina el modelo *cuantitativo*, aunque algunos datos requieren de un análisis cualitativo.

Como temática dentro de los contenidos en la enseñanza y aprendizaje de la física, se ha tenido presente que ésta, más que memorización, exija la lógica y la aplicación de un aprendizaje consciente, significativo y acorde con el contexto situacional. A demás, otro elemento que ha condicionado la selección de la temática, es el simulador, ya que se hace necesario que éste cumpla con las condiciones fundamentales para ser empleado en la instrucción. Teniendo presentes estos elementos, se ha seleccionado para la presente investigación, el comportamiento de la corriente eléctrica dentro de los circuitos eléctricos de corriente continua; esto es, la interpretación y la aplicación de la ley de Ohm. Para la actividad empírica se ha seleccionado una muestra conformada por 50 estudiantes, de los cuales 32 integran el grupo experimental y 18 el grupo control. El primero usó el simulador como instrumento para la contextualización de las actividades pedagógicas y el segundo, con la misma finalidad, usó los contextos de laboratorio con material real.

8. DISEÑO Y APLICACION DE LA METODOLOGIA DIDACTICA

Antes de diseñar las actividades metodológicas, se ha hecho necesario establecer un resumido análisis sobre las concepciones erróneas que generalmente traen consigo los aprendices a la instrucción. Lo anterior se establece como punto de partida y elemento que guiará la planeación metodológica.

Para este cometido se han tomado los aportes de autores como Osborne, R. & Freyberg, P. (1998). Tras investigaciones realizadas con aprendices en Nueva Zelanda, estos autores han permitido una clasificación de dichas tendencias en cuatro modelos explicativos que concuerdan con otras investigaciones desarrolladas en otros lugares (Periago, María. & Bohigas, Xavier. 2005).

9. OBJETIVOS O PROPOSITOS INSTRUCCIONALES

- Establecer elementos teóricos que permitan comprender el funcionamiento y el comportamiento de los circuitos eléctricos.
- Posibilitar la construcción significativa del aprendizaje conceptual y procedimental, necesario para la construcción de circuitos eléctricos seriales y paralelos con un cierto grado de dificultad.
- Interpretar significativamente la aplicación de la ley de Ohm en el comportamiento y relación existente entre la intensidad, la tensión y la resistencia dentro de circuitos seriados y paralelos.
- Transferir el aprendizaje adquirido a otro entorno diferente en el que éste fue aprendido.

10. PLANEACION DE LAS ACTIVIDADES

La planeación de las actividades instruccionales se ha desarrollado bajo las premisas de la cognición situada, dentro de los objetivos anteriormente descritos.

Por otra parte y buscando hacer de la instrucción un evento situacional de interés para los estudiantes y acorde con su entorno social, se ha decidido usar como eje fundamental de la actividad, una situación problemática generada al interior del aula de clase. Esto, desde la premisa que sustenta que toda actividad surge de la interacción consciente del individuo con las condiciones impuestas por el entorno. En palabras de Leóntiev, A. (1984), “el objeto de la actividad es un verdadero motivo. Se sobreentiende que éste puede ser tanto material como ideal, tanto dado en la percepción como existente sólo en la imaginación, en el pensamiento. Lo fundamental es que detrás de cada motivo está siempre la necesidad” (p. 126).

Durante la fase de instrucción los estudiantes del grupo control trabajaron con material real, y los estudiantes del grupo experimental, trabajaron con el software para construcción de circuitos eléctricos, denominado Crocodile Clips 3. Al respecto, se garantizó que los elementos que posibilita el software fueran los mismos que posibilita el entorno real.

En las actividades, los estudiantes deberán resolver situaciones que emergen del contexto, donde la construcción de circuitos seriales y paralelos y la aplicación de la ley de Ohm son esenciales.

11. CONTROL DE VARIABLES Y APLICACION DE LAS PRUEBAS

La investigación fue rigurosamente controlada, teniendo presentes en su mayoría las variables que pueden influir en los resultados, así:

Tabla: 2. Listado de variables del estudio.

<i>Denominación de la variable</i>	<i>Operativización</i>
<p><i>Variable independiente:</i> <i>Metodología utilizada con dos niveles.</i></p> <p>1: Sigue la metodología usando el simulador. 2: Sigue la metodología usando los elementos reales.</p> <p><i>Variables dependientes</i></p>	<p>- Se usa una metodología basada en cognición situada para ambos grupos.</p>
<p><i>Primera estancia:</i> Evaluadas al comienzo y final de la instrucción.</p>	
<p><input type="checkbox"/> Rendimiento académico con relación a la construcción y reconstrucción del conocimiento <i>conceptual</i>.</p> <p><input type="checkbox"/> Rendimiento académico con relación al aprendizaje de <i>procedimientos</i>.</p> <p><input type="checkbox"/> <i>Actitud</i> de los estudiantes hacia la física.</p> <p><input type="checkbox"/> Descontextualización del aprendizaje a otras estancias: Aplicación y adaptación de los conceptos aprendidos en la instrucción, a otros contextos y situaciones similares.</p> <p><input type="checkbox"/> Rendimiento <i>global</i>.</p>	<p>- Puntuación obtenida del cuestionario de evaluación conceptual (1 acierto, 0 inacierto).</p> <p>- Resultados de la escala de estimación (1-4- nunca a siempre).</p> <p>- Resultados de la escala gráfica (1-5- totalmente de acuerdo a totalmente desacuerdo).</p> <p>- Resultados del cuestionario pertinente con 10 ítems (1 acierto, 0 inacierto).</p> <p>- Suma de los resultados obtenidos en las pruebas de conceptos, procedimientos y actitudes.</p>
<p><i>Segunda estancia :</i> Evaluadas dos meses después de termina la instrucción.</p>	
<p><input type="checkbox"/> Rendimiento académico con relación a la construcción y reconstrucción del conocimiento conceptual después de dos meses de terminar la instrucción.</p> <p><input type="checkbox"/> <i>Actitud</i> de los estudiantes hacia la física después de dos meses de terminada la instrucción.</p>	<p>- Puntuación obtenida del cuestionario de evaluación conceptual (1 acierto 0 inacierto).</p> <p>- Resultado de los ítems de la escala gráfica (1 a 5- totalmente de acuerdo a total desacuerdo).</p>

<i>Variables intervinientes:</i>	
<input type="checkbox"/> Edad de los aprendices.	- Ficha de registro de los datos personales.
<input type="checkbox"/> Genero.	- Clasificación dentro en una categoría de 1 a 6. (1 bajo a 6 alto).
<input type="checkbox"/> Características familiares de los estudiantes:	- Ficha de registro de los datos personales. -Ubicación dentro de tres categorías, bajo, medio, alto.
• Estrato social.	- Con relación a la ubicación en categorías de 1 a 8.(de analfabetos a titulados).
• Localidad de habitación (rural, urbano).	- Resultados del test de Raven (1-60).
• Actividad económica de los padres.	- Resultados obtenidos de la suma de las pruebas previas en conceptos, procedimientos y actitudes.
• Nivel educativo del padre.	- Construcción de circuitos eléctricos, ley de Ohm.
<input type="checkbox"/> Capacidad intelectual de los aprendices.	- Puntuación obtenidos de la lista de control (si = 1 no = 0).
<input type="checkbox"/> Nivel de conocimientos previos de los alumnos.	- Ficha de registro de los datos personales.
<input type="checkbox"/> Temática de la instrucción.	- Las mismas actividades y los mismos docentes para cada grupo.
<input type="checkbox"/> Conocimiento básico del manejo del ordenador.	- Resultados de la escala gráfica (1 a 5- totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo).
<input type="checkbox"/> Grado y nivel de escolaridad de los aprendices.	- El estipulado por el ministerio de educación.
<input type="checkbox"/> Oportunidades situacionales de los individuos para la construcción del conocimiento.	- Mismo profesores para ambos grupos, acreditados nivel de escolaridad y experiencia.
<input type="checkbox"/> Actitud hacia la física.	- Resultados de la escala gráfica de valoración (1 a 5- siempre a nunca).
<input type="checkbox"/> Duración del periodo instructivo.	- Resultados de la escala gráfica (1 a 5- de nada a mucho).
<input type="checkbox"/> Características de los profesores: grado de escolaridad, preparación académica e instructiva.	
<input type="checkbox"/> Propiedades del software con relación a los contenidos.	
<input type="checkbox"/> Actitud de los aprendices hacia la metodología empleada.	

Para la aplicación de las pruebas se ha tenido presente de la siguiente secuencia:

Fase pretest o preinstrucción: En esta estancia se pretende medir el estado inicial de las variables dependientes, además, en esta fase se recopila información pertinente a comprobar la homogeneidad de los grupos entre sí.

Fase postest o postinstrucción: En esta estancia se recoge la información a determinar el aprendizaje adquirido como producto de la instrucción (conceptos, procedimientos y actitudes).

Fase retención del aprendizaje: En esta fase se recopila la información pertinente a constatar la existencia del aprendizaje, pasados dos meses de terminada la instrucción.

12. APLICACION DE LAS PRUEBAS

21.1 La homogeneidad de los grupos, fase pretest

En la primera fase, destinada a determinar la homogeneidad de los grupos, se ha podido observar que no hay diferencias significativas entre los grupos a un Nivel de Significación (NS) de 0,05 en las variables previamente establecidas:

Edad, Género, Características Familiares (nivel socioeconómico, actividad económica, nivel educativo del padre), Inteligencia General (factor G), conocimiento previo en conceptos y procedimientos así como la actitud frente a la física. Una vez demostrada la homogeneidad de los grupos, se procede a impartir la instrucción para luego tomar las pruebas postinstrucción

Análisis comparativo entre grupos, con el fin de establecer el cambio de las variables dependientes en la fase postinstrucción

a) Comparación entre grupos sobre el rendimiento académico con relación a la construcción y reconstrucción del conocimiento conceptual, una vez finalizada la instrucción.

Tabla 3: Resultados del t para el total de la prueba con relación a la variable conceptos postinstrucción

Grupo	N	Media	Desviación típica.	t	P
Experimental	32	14,44	3,501	1,697	0,096
Control	18	12,83	2,595		

Los resultados del análisis demuestran que: Con relación al valor de p, no hay diferencias significativas para la variable conceptos a un NS de 0.05. Así, la Ho (no hay diferencias significativas entre los grupos con relación a la variable conceptos postinstrucción), no se rechaza. Por lo que se puede afirmar que, al comparar los grupos con relación al aprendizaje conceptual en la fase postest, no se aprecian diferencias significativas.

b) Comparación entre grupos sobre el rendimiento académico con relación a la construcción del conocimiento procedimental, una vez finalizada la instrucción

Tabla 4: Resultados del t para la variable procedimientos, total de la prueba, fase post instrucción

Prueba total Grupo	N	Media	Desviación típica.	t	P
Experimental	32	66,75	11,542	0,669	0,507
Control	18	64,39	12,729		

En los resultados se aprecia que no existen diferencias significativas para la variable procedimientos, porque a pesar de que en tres de sus ítems se presentaron diferencias significativas, este hecho no se ha visto reflejado en el total de la prueba.

c) Comparación entre grupos sobre el cambio de actitud inicial con relación a la fase postinstrucción.

Tabla 5: Prueba t de las muestras independientes para la variable actitud hacia la física, total de la prueba

Grupo	Media	N	Desv. típica	Error típ. de la media	t	P
Exp.	83.88	32	9.401	1.662	-0,805	0,42
Control	86.28	18	11.345	2.676		

Los resultados presentan una ligera ventaja del grupo control frente al grupo experimental, esto se puede divisar en los valores de la media. Sin embargo, según el valor de p, la diferencia no resulta ser significativa. Por consiguiente, se puede afirmar que no hay diferencias significativas entre los grupos con relación al cambio actitudinal visto como producto de la instrucción.

d) Resultados de la transferencia del aprendizaje a otros contextos similares.

Tabla 7: Resultados de t para el total de la prueba correspondiente a la descontextualización del aprendizaje.

Grupo	N	Media	Desviación típica.	t	P
Experimental	32	5,25	2,064	1,325	0,192
Control	18	4,44	2,064		

Como se observa en el cuadro, no existen diferencias significativas para la variable transferencias del aprendizaje.

Análisis de los resultados con relación a la retención del aprendizaje, pasados dos meses de concluida la instrucción (conceptos y actitudes).

a) Comparación de la retención del aprendizaje conceptual pasados dos meses de concluida la instrucción, grupos experimental y control

Figura 7: Resultados de la comparación de grupos en la prueba de conceptos, dos meses de concluida la instrucción, total de la prueba.

Total prueba	N	Media	Desviación típica.	t	P
Experimental	32	14,29	3,778	2,569	0,013
Control	18	11,33	3,955		

La figura 1 muestra de una forma más clara la diferencia encontrada.

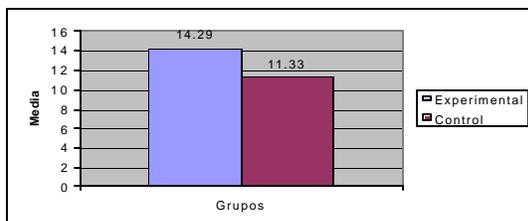


Fig. 1. Resultados de la comparación de grupos en la prueba de conceptos, dos meses de concluida la instrucción, total de la prueba.

Al hacer una comparación entre los grupos teniendo presente el puntaje total de la prueba, se presentan diferencias significativas a favor del grupo experimental. Al respecto, se puede afirmar que después de dos meses de concluida la instrucción, los estudiantes del grupo experimental presentan mejores resultados con relación a la retención del aprendizaje en conceptos frente al grupo control.

b) Cambio actitudinal pasados dos meses de concluida la instrucción, grupos experimental y control.

Tabla 8: Resultados de t para el total de la prueba correspondiente a la retención de la actitud pasados dos meses de terminada la instrucción.

Grupo	N	Media	Desviación típica.	t	p
Experimental	32	79,13	16,238	0,441	0,661
Control	18	77,22	11,117		

En los resultados, se corrobora lo observado en el análisis por ítems, no hay diferencias significativas entre los grupos con relación a la actitud que presentan los estudiantes hacia la física, pasados dos meses de concluida la instrucción.

Ahora bien, una vez presentados los resultados que son producto del análisis estadístico aplicado a los datos, es pertinente pasar al siguiente apartado. En él se presentan las conclusiones generales que se derivan de la presente investigación.

13. CONCLUSIONES

Los resultados del análisis por ítem se distribuyen para ambos grupos, con una cierta inclinación hacia el grupo experimental. En dichos resultados se observa que los estudiantes del grupo experimental, han incorporado mejor los conceptos que se relacionan con la construcción de circuitos eléctricos seriales y la aplicación de la ley de Ohm, frente a los estudiantes del grupo control. Al respecto, cabe establecer una relación entre el uso de los simuladores y los resultados observados.

Antes, es necesario recordar que un concepto es un aprendizaje que se establece y se encaja perfectamente dentro de una estructura de significados que le posibilitan su interpretación. Su “grado de comprensión alcanzado, dependerá no sólo de la claridad y organización de los materiales presentados, (...) sino de su relación con los conocimientos previos activados en el aprendiz y la reflexión sobre esa relación conceptual generada en el aprendiz por la actividad” (Pozo, J., 1996). El concepto se adquiere gradualmente y puede presentar diferentes niveles de interpretación, lo que hace que dicho concepto sea contexto dependiente. Al respecto, el grupo experimental, al igual que el grupo control, tienen las mismas posibilidades para que se produzca un aprendizaje declarativo y posteriormente un aprendizaje conceptual. Sin embargo, el grupo experimental puede generar mayores eventos que posibilitan incrementar las oportunidades para generar relaciones causales entre el evento y su significado. El simulador permite a los aprendices del grupo experimental, la construcción de diversos modelos representativos de los circuitos eléctricos y así mismo la posibilidad de *hacer comprobaciones, en mayor medida que el grupo control.*

Respecto a la relación significativa que el concepto debe representar en la estructura del aprendiz, ambos grupos, desde la metodología aplicada y

desde las posibilidades situacionales, en algún momento encuentran el significado dentro de la actividad.

Los resultados arrojados luego de aplicar los análisis estadísticos han permitido establecer las siguientes conclusiones:

- La cognición situada permite el ancla de las actividades y posibilita la construcción consciente y significativa del conocimiento.
- El simulador permite magnificar el aprendizaje conceptual, cuando el factor tiempo interviene en las relaciones causales que posibilitan su aprehensión.
- En la construcción del aprendizaje de procedimientos, un laboratorio real puede ser reemplazado, al menos en algunos casos, por un entorno de simulación computarizada.
- Los entornos de simulación pueden reemplazar los contextos de laboratorio real, en el momento que se desee mejorar la transferencia (descontextualización) del aprendizaje.
- El aprendizaje mediado por entornos de simulación, posibilita la retención del aprendizaje a mediano plazo en mayor proporción que el aprendizaje mediado por entornos de laboratorio real.
- Las simulaciones computarizadas pueden generar contextos significativos de interacción y construcción consciente del conocimiento, de la misma forma que lo han posibilitado los contextos de laboratorio real.

REFERENCIAS

- Agnew, David. & Shinn, Glen. (1990). Effects of Simulation on Cognitive Achievement in Agriculture Mechanics. *Journaln of Agricultural Education*, 31 (2): 12-16.
- Akpan, Joseph. (2000). Using a Computer Simulation Before Dissection to Help Students Learn Anatomy. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 19 (3): 297-313. Recuperado el 15 de nov. de 2005 de <http://www.aace.org/dl/files/jcmst/jcmst-19-03-297.pdf>
- Akpan, Joseph. (2001). Issues Associated with Inserting Computer Simulations into Biology Instruction: A Review of the Literature. *Electronic Journal of Science Education*, 5 (3). Recuperado el 01 de enero de 2006 de <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/akpan.html>.
- Amaya, Germán. (2007). *Potencialidades Pedagógicas de los Entornos de Simulación, Desde la Perspectiva de la Cognición Situada*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Ausubel, David. (1976). *Psicología Educativa. Un Punto de Vista Cognitivo*. México: Trillas.
- Brown, John., Collins, Allan. & Duguid, Paul. (1989). Situated Cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1): 33-42.
- Chaiklin, Seth. & Lave, Jean. (2001). *Estudiar las Prácticas*. Argentina: Amorrortu.
- Delval, Juan. (1986). *Niños y Máquinas. Los Ordenadores y la Educación*. Madrid: Alianza.
- De Pablos, Pons. & Segura, Jiménez. (1998). *Nuevas Tecnologías, Comunicación Audiovisual y Educación*. Barcelona: Cedecs.
- García Carrasco, Joaquín. (2007). *Leer en la Cara y en el Mundo. Los dos Libros del Ser Humano*. Barcelona: Herder.
- González, Víctor. (1990). *Teoría y Práctica de los Medios de Enseñanza*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Lave, Jean. & Wenger, Etienne. (1991). *Situated Learnig Legitimate Peripheral Participation*. USA: Cambridge University Press.
- Leontiev, Aleksei. (1974). The Problem of Activity in Psychology. *Soviet Psychology* 13(2): 4-33.
- Leontiev, Aleksei. (1984). *Actividad Conciencia y Personalidad*. México: Cartago.
- Martí, Eduardo. (1992). *Cuadernos de Educación. Aprender con Ordenadores en la Escuela*. Barcelona: Ice-Horsori.
- Pozo, Juan. & Gómez, Miguel. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del Conocimiento Cotidiano al Conocimiento Científico*. Madrid: Morata.
- Pozo, Juan. & Gómez, Miguel. (1996). *Aprendices y Maestros*. Madrid: Alianza.
- Vygotsky, Lev. (1979). *El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores*. Barcelona, Crítica.
- Vygotsky, Lev. (1984). *Obras Escogidas IV*. Moscú, Visor.
- Wenger, Etienne. (2001). *Comunidades de Práctica*. Barcelona, Paidós.