

# Incremento del rendimiento académico en la construcción de sólidos en el espacio a través de un diseño instruccional asistido por el computador

## Increase in Academic Achievement in the Construction of Solids in Space through a Computer-Aided Instructional Design

*Gloria Bustamante\**

### Resumen

Esta investigación cuasi-experimental de muestra separadas de dos cohorte diferente tuvo como propósito determinar el efecto del uso de un diseño instruccional asistido por el computador para la construcción de sólidos en el espacio en los alumnos cursantes de la asignatura Cálculo IV, El análisis estadístico consistió en: la prueba de medias de Tukey para comparar el rendimiento académico alcanzados, la T de Student donde se compararon los grupos control y experimental a nivel del postest permitiendo demostrar la hipótesis del trabajo evidenciando la efectividad del diseño instruccional.

**Palabras clave:** Estrategia, constructivismo, sólido, rendimiento académico, espacio.

### Abstract

The purpose of this quasi-experimental investigation of samples separated into two different cohorts was to determine the effect of using a computer-aided instructional design for the construction of solids in space with students who are studying Calculus IV. The statistical analysis consisted of: a Tukey measurement test to compare the academic achievements obtained, the Student T where control and experimental groups on the post-test level were compared,

---

Recibido: Marzo 2001 • Aceptado: Mayo 2001

\* Licenciada en Educación, Mención Matemáticas con Maestría en Matemática, Mención Docencia. Profesora de la Universidad Rafael María Baralt. Aspirante al Doctorado en Ciencias de la Educación de la UNIVERSIDAD Rafael Bellosso Chacín. E-mail: bustamantegloria@hotmail.com. Telfs: 0261-7574583 / 016-4609000.

allowing one to prove the working hypothesis that shows the effectiveness of the instructional design.

**Key words:** Strategy, constructivism, solid, academic achievement, space.

## **Introducción**

La educación fue y sigue siendo uno de los elementos más importante en el desarrollo de un país, ya que, la misma debe proporcionarle al sistema productivo, el recurso humano necesario para impulsar el progreso de una nación.

En este sentido la educación debe estar acorde con los cambios científicos y tecnológicos que se requieren originados en el mundo, para poder satisfacer las exigencias de la sociedad actual, es por ello que todos los países necesitan efectuar modificaciones en su sistema educativo.

En Venezuela en 1987, se implantó la aplicación de la informática en la educación, específicamente en la III etapa de la Escuela Básica (Ministerio de Educación, 1987: 17). En la actualidad su aplicación está instituida en todos los niveles educativos, aunque no se tiene claro cual ha sido la función que ha desempeñado, ni los beneficios reales que se han obtenido, además, como lo señala Linares (1996: 45) no se cuentan con criterios precisos sobre los enfoques educativos apropiados para la misma.

Con el propósito de buscar argumentos que evidencie la aplicación de la informática en la Educación Superior se realizó esta investigación, cuyo objetivo general apunta en la determinación de la efectividad de un diseño instruccional constructivista, asistido por el computador para lograr incrementar el rendimiento académico en la construcción de sólidos en el espacio en la cátedra de cálculo IV de la Licenciatura de Matemática y Física de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (UNERMB).

## **1. El problema**

La revolución tecnológica del mundo se ha caracterizado por una transformación de las bases técnicas de producción que afecta al sistema social como un todo. En la actualidad las computadoras se han convertido en un instrumento indispensable en todas las actividades, constituyéndose en un factor determinante de estos cambios.

Las transformaciones científicas tecnológicas que se producen en el mundo imponen a los diversos países la necesidad de efectuar modificaciones en sus sistemas educativos. Organismos Internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Centro Regional para la Educación Social de América Latina y del Caribe (CRESALC), han auspiciado estudios de carácter pedagógicos con la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza aprendizaje y en todos los niveles educativos, los resultados de las

investigaciones están siendo aplicados en muchas naciones a nivel mundial (UNESCO, 1993: 21).

Así mismo, los profesores De Miguel y Martín (1990: 65), expresaron "que los países Latinoamericanos se encuentran atrasados con respecto a la informática en la educación en comparación con el resto del mundo". Por ello se hace necesario aplicar los cambios de orden científicos, tecnológicos y pedagógicos a todas las disciplinas de la enseñanza, sin excluir la matemática, para estar a la par de esos importantísimos cambios.

Anteriormente en los años noventa Venezuela ocupaba junto con los países africanos a nivel mundial el último lugar en las competencias de matemática record que por el contrario en las Olimpiadas Iberoamericana del 2000 fue superado de una manera extraordinaria pasando a ocupar uno de los primeros lugares. También, podemos agregar que en el congreso mundial de Matemática realizado en Japón, Venezuela ocupó el doceavo lugar (Boletín informativo del CENAMEC, Septiembre de 2000: 6).

Con base a lo anteriormente expuesto, se observa que en menos de una década nuestro país ha sobre pasado los últimos rangos de las olimpiadas (según Zerpa, 2000), se puede afirmar que este mejoramiento se debe entre otro a la utilización de la tecnología de punta en el sistema educativo venezolano.

Venezuela se ha caracterizado por ser un país donde la matemática es considerada como una cátedra muy difícil, prueba de ello es el alto número de alumnos aplazados en esta área a nivel nacional reflejado en los boletines de información del Ministerio de Educación (1995-1999).

En cuanto a la educación superior manifiesta el autor Dupla (1991) que los mayores casos de repitencia y deserción escolar se encuentran registrados en matemática y aquellas materias afines a ellas tales como: cálculo IV, física, álgebra y otras. También resalta Delgado (1990) que en la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, en asignaturas comunes a la matemática en carreras como: Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial y en Ingeniería Agropecuaria se encuentra un alto índice de aplazados.

Específicamente, en esta investigación se trató lo referente a la problemática del alto índice de repitencia en la carrera de matemática, donde contradictoriamente se tiende a ingresar para impartir esta disciplina y no se alcanza a comprender el porque de este alto porcentaje de fracaso académico.

Así mismo, Ávila y Silva (1999) agregan con respecto a la estrategia instruccional que a veces esa preparación deficitaria no es responsabilidad exclusiva del estudiante cuyo rendimiento académico es inapropiado, también puede deberse, entre otras cosas, a las tradicionales y poco efectivas estrategias instruccionales tales que utiliza el docente (clase magistral) donde no se promueve un aprendizaje significativo en los estudiantes. Aunado a esto, la poca utilización de las nuevas tecnologías han contribuido al despegue y poco interés mostrado por los alumnos.

## **1.1. Formulación del problema**

A continuación, en este momento de la disertación cabe preguntarse:

¿Será efectiva la aplicación de un diseño instruccional asistido por el computador, para incrementar el rendimiento académico en la construcción de sólidos en el espacio  $R^3$ , de los estudiantes de Cálculo IV de la Licenciatura de Matemática y Física de la UNERMB?

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar la efectividad de la aplicación de un diseño instruccional asistido por el computador, para incrementar el rendimiento académico en la construcción de sólidos en el espacio  $R^3$ , de los estudiantes de Cálculo IV de la Licenciatura de Matemática y Física de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

Determinar el porcentaje de estudiantes aprobados comparando grupos después de aplicado un cuasi experimento con el diseño asistido por el computador para la construcción de sólidos en el espacio en los estudiantes de Cálculo IV de la Licenciatura Matemática y Física de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt.

Precisar las habilidades y destrezas adquiridas por los estudiantes debido a la aplicación del diseño instruccional asistido por el computador en la construcción de sólidos en el espacio.

Jerarquizar el rendimiento académico estudiantil alcanzado por el aprendizaje de los diferentes contenidos facilitados por el diseño instruccional asistido por el computador en la construcción de sólidos en el espacio.

Determinar el número de sesiones de clase necesaria para que se construyan aprendizajes significativos en el estudiante por cada contenido programático.

## **1.3. Justificación de la investigación**

Al presente estudio se le pueden atribuir varias razones que lo justifiquen: se pretende buscar una alternativa de solución al bajo rendimiento académico que actualmente confronta la asignatura Cálculo IV en la Licenciatura de Matemática y Física en la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, donde se ha encontrado que el número de estudiantes aplazados es superior al 75% lo cual representa un factor de baja productividad del sistema educativo.

Se busca activar mediante la aplicación del diseño instruccional asistido por el computador, los procesos necesarios para la obtención de aprendizajes significativos haciendo énfasis en las potencialidades del estudiante y en sus ha-

bilidades para solucionar problemas que le permitan ir más allá del contenido programático.

Los resultados que se obtengan en esta investigación representaran un aporte importante, puesto que de ser efectivo el uso de la computadora, como recurso didáctico, en la adquisición de aprendizajes significativo en tópicos específicos de la asignatura Cálculo IV, se brindaran soportes científicos que apoyarán la inserción de la computadora para el dominio de otros contenidos programáticos de la matemática o de otras asignaturas a nivel superior.

El presente estudio servirá como antecedentes de otras investigaciones que pretendan poner a prueba un diseño instruccional asistido por el computador y fundamentado en la corriente del aprendizaje constructivista.

#### **1.4. Delimitación**

El diseño instruccional en estudio se aplicó a estudiantes de la cátedra Cálculo IV del Proyecto Matemática y Física de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt (UNERMB), ubicada en la sub región Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Municipio Cabimas. Estado Zulia.

Los contenidos programáticos inmerso en el diseño instruccional comprendió a la construcción de sólidos en el espacio.

La investigación se realizó en el lapso comprendido entre septiembre-diciembre del 1999 enero-junio del 2000 (II período del 99 y I del 2000).

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Monagas (1988: 87) realizó un proyecto de un sistema computarizado de apoyo al Docente, este proyecto fue un diseño para elaborar items de evaluación integrado por sistemas computarizados y adaptados a otros propósitos como instrucción asistida por el computador, como la forma de interactuar procesos estadísticos, generalizaciones de pruebas de parámetros pre-fijados y trabajos de programas escritos en lenguaje de alto nivel para apoyar la creación de items.

Benko (1989: 55-63) en el artículo algunas consideraciones sobre la aplicación de micro computadoras en la educación informa que la informática debe ser una asignatura más del currículo o una asignatura electiva para actualizar la educación.

La autora consideró que la enseñanza asistida por el computador a dado muy buenos resultados en los diferentes países donde se ha utilizado dicha estrategia tales como, en América Latina: Enseñanza Asistida por el Computador (EAC), en España, Enseñanza Asistida por el Ordenador (EAO); en Estados

Unidos, Computer Assisted Instruccional (CAI) y también en Gran Bretaña se conoce como Computador Assisted Learning (CAL).

Además, Benko señala que existen diversas modalidades de enseñanza asistida por el computador como realizar programas tutoriales, juegos didácticos, ejercicios y otros, ya que esta estrategia permite flexibilidad en el proceso enseñanza aprendizaje.

La enseñanza con el computador ayuda a desarrollar el proceso cognitivo y adquiere mayor comprensión, análisis y destrezas, además evalúa en forma integral todo el proceso enseñanza aprendizaje.

Para aplicar esta estrategia en la Educación a cualquier nivel es necesario que los docentes y alumnos posean conocimientos previos de computación y saber como se puede presentar el problema.

Cendros (1992: v) en su investigación, trabajó con las computadoras como medio instruccional en la enseñanza aprendizaje del cálculo integral, el cual determinó la influencia de éste, en la adquisición de conocimientos en alumnos del sexto año de la Escuela Técnica Industrial de Cabimas. Se tomaron dos muestras separadas y equivalentes (grupo control y grupo experimental) de treinta alumnos cada una, el grupo experimental utilizó el computador y el grupo control, recursos didácticos tradicionales.

Los resultados de la investigación favorecen al grupo experimental, evidenciando la efectividad del uso del computador como recurso didáctico para la adquisición de conocimientos de integración numérica en el cálculo integral, con un alto nivel de logros.

Peley (1997: vi), diseñó un software educativo sobre polinomios para proporcionarles a los alumnos del segundo año de ciencias y humanidades del ciclo diversificado, en el área de matemática, una herramienta que les permitiera interactuar con la computadora, crear sus propios conocimientos y compartir con sus compañeros realizando variados ejercicios.

Para ello se realizó un estudio descriptivo aplicando una encuesta para obtener la información necesaria para diagnosticar la situación planteada y detectar las deficiencias que presentaban los alumnos en el desarrollo de la unidad de polinomios, además para obtener información acerca de los requerimientos básicos para el desarrollo del software educativo.

Cendros (1998: V), en otro estudio realizado determinó el efecto del uso del computador como recurso didáctico en el rendimiento académico de un grupo de estudiantes universitarios cursante de la asignatura métodos numéricos, del Proyecto Matemática y Física del programa Educación de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, utilizando un software con fines educativos y fundamentado en el enfoque constructivista y conductista obteniendo como resultado que el grupo que aplicó el software educativo con un enfoque constructivista, su rendimiento académico fue efectivo.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Jean Piaget y la epistemología genética**

Según Piaget, el conocimiento existe y es elaborado por el sujeto. En el cuarto período es donde el alumno puede formar sus propios esquemas y dar soluciones concretas ya que pueden inferir sus propias soluciones y decisiones siguiendo así la estrategia cognoscitiva de acción: se puede observar que el alumno toma la realidad de un sistema abstracto bien determinado por definiciones, relaciones y reglas; sólo busca ayuda cuando se le agotan todas las posibilidades de razonamiento abstracto.

Así mismo, Pozo (1989: 55) dice que Piaget, considera que el aprendizaje de conocimientos específicos depende del desarrollo de las estructuras cognitivas generales.

Estima que el aprendizaje y el comportamiento humano debe interpretarse en términos de equilibrio, entre la asimilación y la acomodación ya que la incorporación de nuevos objetivos o experiencias a esquemas establecidos es asimilación.

### **2.2.2. Enfoque socio-cultural de Vygotsky**

Es importante destacar y estudiar los procesos cognitivos en sujetos que estaban experimentando un proceso de cambio social.

La zona de desarrollo próximo que según Vygotsky (1978), es la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo próximo determinado a través de la solución de un problema bajo la guía de un adulto o la colaboración de otros compañeros más expertos.

Esa zona de desarrollo, es decir, esa distancia que el niño tiene lo que se sabe y lo que puede hacer si el medio le proporciona los recursos necesarios, los cuales vienen dados por un proceso de interacción social, que favorece la interacción de funciones psicológicas nuevas o reestructuración de otro yo existente.

Vygotsky (1978) mediando, facilitando, orientando o ejerciendo las funciones de instrucción que permiten alcanzar el desarrollo potencial del estudiante. Resulta inevitable para el docente, que un estudiante realice el procesamiento interior de cualquier información que le llegue, ya que cuando los seres humanos comienzan en la escuela o cualquier curso, han adquirido ciertas reglas del lenguaje como una diversidad de conceptos los cuales desempeñan una actividad primordial en la zona de desarrollo potencial para construir nuevos aprendizajes.

### **2.2.3. Teoría Cognitiva de Ausubel**

Según Ausubel (1978), el ser humano se sitúa y organiza su mundo, se preocupa de los procesos de comprensión, transformación, almacenamiento y

uso de la información envuelta en la cognición. Para el autor, las nuevas ideas e informaciones pueden ser aprendidas y repetidas en la medida que los conceptos se encuentren claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo, si estas nuevas informaciones adquieren significado para el individuo a través de la interacción con los conceptos existentes siendo por estos asimilados y construyendo a su diferencia, elaboración y estabilidad; el aprendizaje, se dice, significativo como el más importante.

La teoría de Ausubel, esta basada en el aprendizaje por conceptos, estos se aprenden significativamente y se aplican en el proceso de aprendizaje. Los conceptos que son aprendidos significativamente pueden extender el conocimiento de conceptos relacionados de una persona.

En tal sentido, en esta investigación el alumno adquirirá los conceptos de las figuras, las internalizarán y las puede llevar al espacio para que de esta forma se convierta en aprendizaje significativo.

La estructura cognitiva considerada como una estructura de conceptos relacionados entre si mismo, se presentarán en un orden jerárquico de tal manera que las ideas sean generales, abstractas y de mayor poder explicativo.

El aprendizaje será por descubrimiento, el contenido principal de lo que va hacer aprendido no se le dará sino que debe ser descubierto por el alumno, luego se complementa el contenido descubierto y se realiza un aprendizaje significativo.

#### **2.2.4. Teoría de la enseñanza de Gagné**

El sujeto necesita tener a su disposición un conjunto de reglas previamente aprendidas y relacionadas, aunque las estrategias cognitivas deben estar libres de un contenido específico, no puede aprenderse ni aplicarse en ausencia de un contenido específico.

Método para retener las habilidades motoras e intelectuales.

Se persigue la transferencia de conocimientos, habilidades y estrategias en la solución de nuevos problemas y situaciones, para ello se busca que la práctica favorezca la transferencia de las habilidades intelectuales y motoras a nuevas soluciones. Puede considerarse que el hecho de introducir una habilidad intelectual recién aprendida es una manera de aumentar el apoyo disponible en la solución en la que se necesita ser transferida.

### **2.3. Definición conceptual y operacional de las variables**

#### **2.3.1. Variable independiente. Diseño instruccional**

Teóricamente puede definirse como el conjunto de actividades educativas centrada en el estudiante y activas, donde se conjugan el sujeto y el objeto de estudio, confundándose como uno solo, en aras de darle solución a los problemas del contexto (Ávila y Silva, 1998).

Operacionalmente estará definida por las actividades a desarrollar con asistencia del computador, las cuales contribuirán con un proceso donde el docente media para que el estudiante construya nuevos conocimientos partiendo de su mundo real, proporcionando ellos los primeros significados del tópico que se desea aprender, (construcción de sólidos en el espacio) para llegar hasta la zona de desarrollo potencial y adquirir aprendizaje significativo.

### **2.3.2. Variable dependiente. Rendimiento académico producto de la construcción de sólidos en el espacio**

Teóricamente definido como el conjunto de conocimientos significativos, que contribuyen a la adquisición de nuevos aprendizajes y son construido activamente por el estudiante al interactuar con su experiencia, el contexto y las actividades educativas relativas a los tópicos: representación gráficas de sólidos en el espacio, volumen de sólidos en el espacio e intersección de sólidos en el espacio los cuales son parte constitutiva de la construcción de sólidos en el espacio.

Operacionalmente definido por las calificaciones alcanzadas por el estudiante producto de las asesorías, evaluaciones formativas y aplicaciones del pre y post-test, planificadas reflexivamente durante el desarrollo del diseño instruccional cuya efectividad se pueden demostrar en esta investigación.

### **2.3.3. Sistema de hipótesis**

Con base a los postulados teóricos y a los objetivos de la presente investigación se formulan las siguientes hipótesis.

**Hipótesis del trabajo:** Los estudiantes a quienes se le aplicarán el diseño instruccional asistido por el computador, obtendrán, un incremento significativo en su rendimiento académico (RA), en cuanto a la adquisición de aprendizajes significativos relativos a la construcción de sólidos en el espacio, en comparación con aquellos estudiantes a quienes se les enseñará mediante la estrategia tradicional.

$$X RA_1 > X RA_2$$

**Hipótesis estadística o nula:** Los estudiantes a quienes se les aplicarán el diseño ins-truccional asistido por el computador, obtendrán igual rendimiento académico (RA), en cuanto a la adquisición de aprendizajes significativos relativo a la construcción de sólidos en el espacio, que aquellos estudiantes a quienes se les enseñará mediante la es-trategia tradicional.

$$X RA_1 = X RA_2$$

donde  $X RA_1$  = Promedio del RA grupo experimental (asistido por el computador); y  $X RA_2$  = Promedio del RA grupo control (tradicional).

### **3. Marco metodológico**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Este Estudio se encuentra enmarcado dentro de diversos tipos de investigación que se combinan durante el proceso de aplicación de campo (Kerlinger, 1975: 76).

Según Namhira, Méndez y otros (1998: 11-12) será una investigación de carácter aplicado.

Exponen Campbells y Stantey (1969: 10) será un estudio prospectivo, debido a que los datos del estudio se recogerán durante la aplicación del mismo se estudiarán de acuerdo a los criterios establecidos y con los fines específicos del estudio.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

Para este estudio se empleará, con base a lo propuesto por León y Montero (1997: 272), el diseño cuasi-experimental "pre-post con cuasi control en una cohorte anterior", el cual permitirá determinar la efectividad de los cambios introducidos para mejorar el programa de la asignatura Cálculo IV.

Según lo propuesto por los autores antes citados este diseño se estructuró escogiendo a la sección única de Cálculo IV como grupo de cuasi-control, el cual tiene su correspondencia con la cohorte inmediatamente anterior al cambio en el plan de estudio (II - 99) Dicho grupo estudio siguiendo el plan de estudio con el método tradicional y a la sección única de Cálculo IV como grupo experimental, el cual tiene su correspondencia con la cohorte actual (I - 2000) que seguirá el plan de estudio con el método constructivista con el nuevo diseño instruccional.

El diseño contempla dos mediciones por grupo una al comienzo del seguimiento del plan de estudio (pre-test) y otra al final (post-test).

El diseño presenta la restricción de que se debe realizar con cohortes inmediatamente consecutivas (anteriores) y de la misma instrucción.

#### **3.3. Población y muestra**

La población objeto de estudio estuvo constituida por todos los estudiantes que cursan Cálculo IV de los semestres segundo período del 99 y primer período del 2000 de la Licenciatura Matemática y Física de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt.

#### **3.4. Validez y confiabilidad de los instrumentos**

El proceso de validación de los instrumentos que se emplearon en la investigación se realizó mediante el método de validación de contenido el cual se efectuó

con el propósito de establecer si las repuestas que constituyen a los diferentes instrumentos son realmente una muestra representativa del dominio de contenidos que interesa que se midió, para ello se obtuvieron a través del juicio de expertos; tres (3) doctores con experiencia en Docencia y en la asignatura de Cálculo IV del proyecto Matemática y Física de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, un doctor experto en la aplicación de la estrategia constructivista y un experto en técnicas de evaluación.

En cuanto al análisis de ítems se utilizó el método de correlación point-biserial entre el ítem y el total, para los instrumentos o adquisición de conocimientos y conducta del docente. Para la hoja de control, conducta del alumno se empleó el método de la obtención de la correlación de Pearson entre cada ítem y el total, debido a que fue diseñado con varias alternativas de respuestas.

Con respecto al pre y post-test, se efectuó el análisis de ítems según lo establece Muñoz (1974: 25), mediante el cálculo Prueba de medias múltiples rangos de Tukey para los indicadores de la conducta: Manipular la computadora para construir figuras en el plano y espacio del: a) índice de dificultad, el cual determinó la preparación de los sujetos que respondan correctamente cada ítem.

Según el porcentaje de estudiantes que dejen de responder el ítem se estableció el siguiente criterio.

Para la elaboración definitiva de las pruebas se desecharon las preguntas muy fáciles y muy difíciles, y b) del índice o poder de discriminación, el cual precisa la efectividad con la diferencia de los alumnos que manifiestan gran aprovechamiento que manifiestan gran rendimiento de los que manifiestan bajo rendimiento. El criterio para la selección de los ítems; son: Tener un diez por ciento (10%), de diferencia favorable, revisar y eliminar para futuras aplicaciones aquellos ítems con porcentaje menor o igual ( $<$ ).

En lo relativo a la confiabilidad de los instrumentos de dos alternativas: adquisición de conocimientos y conducta del docente se aplicó el cálculo del coeficiente Kuder Richarson (KR-20).

Para la confiabilidad del instrumento conducta del alumno se empleó el método de división por mitades con la aplicación de la correlación Sperrman Brown. Además, se calculó el coeficiente alfa de Crombach.

En cuanto a la confiabilidad del pre y post-test se utilizó para su determinación el método de la medida de estabilidad.

### **3.5. Métodos utilizados**

Los métodos que se utilizaron para ambos grupos son los siguientes:

Método tradicional: Después de aplicado el pre-test al grupo control se le aplicó el método tradicional de aprendizaje, el cual consistió en dar contenidos desglosados por objetivos, donde el contenido se informa oralmente.

Al grupo experimental se le aplicó el método de aprendizaje relativo al constructivismo, mediante el cual en la primera sesión de clase el docente informó su perspectiva en torno a los conocimientos que el desea que aprendan y el estudiante estableció sus perspectivas e intereses en cuanto al querer conocer los contenidos planteados por el docente.

#### **4. Análisis y discusión de los resultados**

El objetivo fundamental de esta investigación fue determinar la efectividad del diseño instruccional asistido por el computador para la adquisición de conocimiento de aprendizaje significativo relativo a la construcción de sólidos en el espacio, los resultados ofrecen el rendimiento académico del pre y postest en el grupo control y el grupo experimental.

Con el propósito de comparar el rendimiento académico alcanzado por el grupo experimental en pretest con relación al logrado por el grupo control se efectuó la prueba de medias. Allí se observa que no existen diferencias significativas entre los promedios obtenidos por ambos grupos ya que el valor de  $p$  es mayor a 0.05, resultado que permite expresar que antes de aplicar el diseño instruccional en experimentación, los niveles del grupo control y del experimental son equivalentes.

Los resultados anteriores demuestran la hipótesis del trabajo formulada, la cual estableció que los estudiantes a quienes se les aplicó el diseño instruccional asistido por el computador obtendrían un incremento significativo en su rendimiento académico, en cuanto a la adquisición de aprendizajes significativos relativo a la construcción de sólidos en el espacio en comparación con aquellos estudiantes a quienes se les enseñó mediante la estrategia tradicional de igual manera Cendros (1992) quien obtuvo también que en su investigación del uso de un programa instruccional en la enseñanza-aprendizaje del cálculo integral resultado altamente significativo en el grupo experimental.

Con la finalidad de comparar los promedios de las distintas conductas según los contenidos observados, se puede observar que las distintas conductas se diferencian estadísticamente entre sí ( $p < 0.05$ ).

La prueba de medias de múltiples rangos de Tukey establece que de todas las conductas el Hallar el volumen de la parte interesectada de los sólidos en el espacio es la mejor posicionada y se diferencia significativamente del resto, el segundo lugar lo ocupan las conductas: Hallar volúmenes en el espacio en dos archivos diferentes, aplicación de coordenadas esféricas y cilíndricas de sólidos en el espacio, interseccionar sólidos en el espacio por superposición de sólidos, hallar volúmenes de sólidos en el espacio y construcción de sólidos en el espacio: cilindro, cono y esfera utilizando el computador (primera y segunda sesión). En tercer lugar se posiciona sin diferenciarse entre sí las conductas: Aplicar las coordenadas esféricas y cilíndricas en las ecuaciones de los sólidos en el espacio y construir sólidos para conocer los límites de integración. En último lugar se ubica la manipulación del computador para construir figuras en el plano y el espacio.

En el grupo control se observó en 1.2% de alumnos aprobados, mientras que en el grupo experimental después de aplicado el diseño instruccional asistido por el computador se evidenció un 77% de alumnos aprobados.

De estos resultados puede inferir que el 76.8% de incremento en el rendimiento académico.

## **5. Conclusiones**

El análisis de los resultados obtenidos mediante la presente investigación deriva las siguiente conclusiones:

- Al comparar el rendimiento académico alcanzado en el pretest por el grupo control con respecto al experimental, se evidenció que no existían diferencias significativas entre el rendimiento académico de ambos grupos, cuestión que brinda las condiciones ideales por su equivalencia, para aplicar el experimento.
- Al comparar el rendimiento académico alcanzado en el postest por el grupo control con respecto al experimental, se evidenció la existencia de diferencias significativa entre el rendimiento académico de ambos grupos, cuestión que permite afirmar que aquellos estudiantes a quienes se le aplicó el diseño instruccional asistido por el computador obtuvieron un incremento significativo en su rendimiento académico en cuanto a la adquisición de aprendizajes significativos relativos a la construcción de sólidos en el espacio, en comparación con aquellos estudiantes a quienes se les enseñó mediante la estrategia tradicional que obtuvo 1.2%
- A través de la consecutiva aplicación del diseño instruccional asistido por computador en experimentación se evidenció en los estudiantes el incremento de conductas relativas a la construcción de aprendizajes significativos relativos a la construcción de sólidos en el espacio, usando coordenadas rectangulares, cilíndricas y esféricas y en la instrucción de sólidos en el espacio donde los estudiantes crearon sus propias aplicaciones en los ejercicios propuestos comenzando ambas por niveles deficientes, pasando posteriormente a niveles aceptables, permaneciendo la creatividad en este nivel y logrando llegar a nivel óptimo la construcción.
- Las conductas adquiridas en las sesiones de clases 2,5 y 5 son las peores posicionadas y no muestran entre sí diferencias significativa.
- Las conductas adquiridas en las sesiones de clases 3, 4, 6, 7, 8 y 9 no muestran entre sí diferencias significativas y se posicionan en forma intermedia.
- Las conductas adquiridas en la última sesión de clase (sesión 10) son los mejores posicionados en comparación con los adquiridos en el resto de las sesiones.
- Con el uso del diseño instruccional se observo que los alumnos adquirieron habilidades y destrezas en la construcción de sólidos en el espacio con mayor éxito en comparación con el grupo control.

- Al realizar la aplicación del diseño instruccional fueron suficientes diez (10) sesiones de clases para lograr los aprendizajes significativos y suficiente para el contenido programático de la asignatura Cálculo IV. De ahí se evidencia la importancia que tiene la utilización de un diseño instruccional asistido por el computador en la enseñanza-aprendizaje de los cursos de cálculo.

## 6. Recomendaciones

Debido al éxito de la aplicación del diseño instruccional asistido por el computador para la construcción de sólidos en el espacio  $R^3$ , se hacen las siguientes recomendaciones a las universidades que dictan la Licenciatura en Educación mención Matemática y Física o carreras afines donde se dicte en los contenidos programáticos sólidos en el espacio entre ellos:

- La aplicación del diseño instruccional asistido por el computador para la construcción de sólidos en el espacio, mejorando los aspectos que se consideren pertinentes, tal como lo es el dictar a los alumnos la asignatura de introducción en forma actualizada y acorde a las necesidades de Cálculo IV y antes de cursar está última.
- A fin de llevar a cabo la anterior recomendación es necesario revisar el pensum de estudio de la Licenciatura Matemática y Física de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt para introducir en los primeros semestres la asignatura "Introducción a la Computación".
- Dotación de equipos computacionales actualizados tecnológicamente para la utilización de los alumnos de Cálculo IV en la construcción de sólidos en el espacio.
- Se recomienda la utilización del diseño instruccional asistido por el computador para la construcción de sólidos en el espacio para bajar el número de sesiones en este contenido programático.
- Continuar con la experimentación del presente diseño a fin de optimizarlo y hacerlo extensivo a otras Universidades Nacionales que dicten el contenido de la construcción de sólidos en el espacio.
- Utilizar este diseño instruccional abierto, en otras disciplinas tales como: ambiente, álgebra, geometría, geografía, entre otras.
- Este diseño instruccional puede ser utilizado en diferentes niveles de la educación: III etapa, nivel medio diversificado y profesional, y a nivel superior, adaptando sus estrategias a los diferentes pensa de estudios

## Referencias

- Ary, D.; Jacobs, L. y Razavieh, A. (1992). **Introducción a La Investigación Pedagógica**. McGraw-Hill, México.
- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H. (1983). **Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo**. Segunda Edición. Trillas, México.

- Ávila, F. y Silva, E. (1999). **Constructivismo. Aplicaciones.** Fondo Editorial iot Tio Colección Profesional, Cabimas, Venezuela.
- Bear, D. (1998). **Psicología Evolutiva de Piaget.** Editorial Kapeluss, Argentina.
- Benko, A. (1989). Algunas consideraciones sobre la aplicación de la micro computadora en la Educación. **Revista de Investigación.** Universidad Nacional Abierta. Caracas, Venezuela.
- Bolívar, C. y Ríos, J. (1990). El Uso de la Informática en la Educación. Ponencia presentada en el IV Seminario Nacional de Investigación Educativa. Caracas, Venezuela.
- Cambel, D. y Sranley, J. (1989). **Experimentalen Quass. Experimental Design for Research.** Editorial Rand MacNacly, Chicago.
- CENAMEC (2000). **Boletín de la enseñanza de la matemática.** Caracas, Venezuela.
- Cendros, M. (1992). Uso de un Programa en Basic como medio instruccional en la Enseñanza-Aprendizaje del cálculo integral. Tesis de grado. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Cendros, M. (1998). Efecto del Uso del Computador en el Aprendizaje de la Matemática. Enfoque Constructivista y Conductista. Tesis Doctoral. Universidad Rafael Beloso Chacín. Maracaibo, Venezuela.
- Duplas, J. (1991). **La educación en Venezuela.** Ediciones Centro Gumilla, Caracas.
- Fernández, A.; Sarramona, J. y Tarin, L. (1977). **Tecnología Didáctica.** Segunda Edición. Ediciones Ceac, S.A. Barcelona, España.
- Flores Ochoa, R. (1994). **Constructivismo Pedagógico y Enseñanza por Procesos. Hacia una Pedagogía de conocimiento.** Mc Graw Hill, Colombia.
- Gagné, R. (1962). **Las Condiciones del Aprendizaje.** Trad. Ramón Mata. Nueva Editorial Interamericana, México.
- Hernández Si, R. y otros (1998). **Metodología de la Investigación.** Editorial McGraw-Hill, México.
- Iglesia, M. (1999). Resolución de Problemas Geométricos, Asistido por Computadoras. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Núcleo Maracay. Tesis de Maestría.
- León O. y Montero, I. (1997). **Diseño de investigación.** McGraw Hill, Madrid, España.
- Ministerio de Educación (1995-1999). **Boletín de la información de la Educación en Matemática en Venezuela.** Venezuela.

- Monagas, O. (1998). Proyecto de un sistema computarizado de apoyo al docente. **Revista de investigación de la Universidad Nacional Abierta**. Vol. II No. 1. Caracas, Venezuela.
- Muñoz, E. (1974). **Investigación Educativa**. Ediciones Alfar, Sevilla, España.
- Núñez, D. (1996). **Efecto de una estrategia instruccional en la adquisición del conocimiento de límite de una función**. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Oteiza, F. (1987). Informática y Educación. La Situación en América Latina. Perspectivas. **Revista trimestral de Educación**. Vol. XVII N° 4 UNESCO. París, Francia.
- Piaget, Jean (1967). **Seis Estadios de Psicología**. Seix Barral S.A., Barcelona, España.
- Piaget; Jean (1973). **Psicología y Epistemología**. Editorial Emecé Editores, S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Pozo, S. (1989). **Teoría Computacional del Aprendizaje**. Morata, Madrid, España.
- Torres, L. (1998). **PB PAI, Prácticas Básicas para aprender con imaginación**. Universidad de los Andes, Mérida.
- UNESCO (1993). La gerencia Universitaria. Conferencia Internacional de Educación Superior. OREALC, Santiago de Chile.
- Vygotski, L. (1995). **El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores**. Editorial Crítica, Barcelona, España.
- Zerpa, C. (2000). **Un modelo computacional del aprendizaje: Act. o el control adaptativo del pensamiento**. Universidad Nacional Abierta.