

## Efectos de la inteligencia artificial el aprendizaje. Los tutores inteligentes

**Alejandro Peña Casanova**

Instituto Tecnológico de Villahermosa

[apena\\_mx@yahoo.com](mailto:apena_mx@yahoo.com)

### Resumen

En esta investigación se trató de determinar qué efectos produce en el aprendizaje de los estudiantes la inteligencia artificial, a través de los tutores inteligentes. Un tutor inteligente es un sistema experto y un sistema experto es un software construido con elementos de inteligencia artificial y trata de “comportarse” como un profesor humano.

El tutor inteligente utilizado en esta investigación es llamado Ms. Lindquist y fue desarrollado en Carnegie Mellon University por el Dr. Neil Heffernan.

En la investigación se trató de determinar si la utilización de un tutor inteligente causa efectos en el aprendizaje de los estudiantes.

La investigación que se realizó fue una investigación transversal, cuasiexperimental utilizando un grupo experimental y uno de control de nivel universitario. El grupo experimental tomó clases con el tutor inteligente en sus computadoras mientras que el grupo de control tomó sus clases de la forma tradicional maestro alumno. Las clases impartidas fueron de álgebra.

Se aplicaron dos experimentos a nivel universitario en Canadá y México, se obtuvieron resultados contrastantes: En Canadá no se obtuvieron diferencias significativas en el aprendizaje de los estudiantes entre los dos tipos de enseñanza, sin embargo en México se obtuvieron niveles de aprovechamiento de casi el 100% entre los estudiantes del grupo experimental y el grupo control.

**Palabras clave/Keywords** Sistemas Expertos, Tutores inteligentes, Canadá, México, Experimento, Enseñanza.

---

## Introducción

Los tutores inteligentes son programas de computadora que se utilizan en la educación y que son construidos con elementos de inteligencia artificial, con el propósito de tratar de incidir de manera directa y diferente que los programas tutoriales convencionales en el aprendizaje de los estudiantes. Algunos de los elementos inteligentes que manejan: Pueden adaptarse al ritmo de aprendizaje de cada uno de los estudiantes, presentan un alto grado de interactividad y proporcionan la retroalimentación necesaria a cada estudiante para que ellos puedan alcanzar sus objetivos de aprendizaje (Díaz,2003).

Esta investigación titulada: “Efectos de la inteligencia artificial en el aprendizaje. Los tutores inteligentes”, se realizó como requisito parcial para obtener el grado de doctor en educación internacional en la Universidad Autónoma de Tamaulipas por parte del autor de este reporte.

## Descripción del contexto

Los experimentos que se llevaron al cabo fueron efectuados en dos universidades: Una de ellas ubicada en el oeste de Canadá (Simon Fraser University ubicada en Vancouver,B.C.) y

la otra en el sureste de México (Universidad Interamericana del Norte ubicada en Villahermosa, Tabasco). Se seleccionó el nivel universitario aunque el tutor inteligente puede ser aplicado a estudiantes desde preparatoria hasta los primeros años del nivel universitario (Heffernan, 2001).

La instrucción que ofrece el tutor es de la materia de álgebra, específicamente como transformar problemas cotidianos en expresiones algebraicas.

### **Objetivo general.**

Se trata de determinar cuál es el resultado en el aprendizaje de los estudiantes al utilizar un tutor inteligente, específicamente en la clase de álgebra en educación superior y efectuar comparativos con el aprendizaje adquirido en la enseñanza tradicional maestro alumno. Los comparativos se llevarán al cabo con grupos participantes de Canadá y de México.

### **Hipótesis**

Se presenta una diferencia significativa entre el aprendizaje adquirido por los estudiantes de Canadá y el aprendizaje de los estudiantes de México, después de haber tomado clases en cada país, un grupo a través de un tutor inteligente y el otro grupo a través de la enseñanza tradicional.

### **Procedimiento de investigación**

En Canadá se llevó al cabo un estudio de tipo experimental utilizando un grupo experimental y un grupo de control. Los grupos fueron formados de manera aleatoria. En México el estudio fue de tipo cuasi experimental utilizando también un grupo experimental y un grupo de control. Se utilizaron grupos de estudiantes que ya estaban

formados. Los grupos experimentales tomaron clases con el tutor inteligente y los grupos de control de manera tradicional.

### **fundamentos**

Este trabajo abarca conceptos de dos ciencias: La educación y la computación. Los tutores inteligentes son sistemas expertos los cuales pertenecen al campo de la inteligencia artificial (IA), una de las ciencias relativamente más nuevas que existen y en donde existe aún mucho por investigar. A la inteligencia artificial se le considera parte de las ciencias cognoscitivas, (Simon & Schuster, 1996), además de las ciencias de la computación.

### **Inteligencia artificial**

#### **Conceptos**

La inteligencia artificial es una rama de las ciencias computacionales relativamente nueva. Sus orígenes datan un poco después de que surgieron las primeras computadoras en 1950. Es una ciencia en donde aún existe mucho por investigar. (Russell & Norving, 1999).

El nombre de inteligencia artificial, se empezó a utilizar formalmente en 1956 y se atribuye a: Marvin Minsky(1956) del MIT, el cual, escribió en esos tiempos un artículo titulado "Pasos hacia la Inteligencia Artificial".

A continuación se presentan varias definiciones del término inteligencia artificial, recopiladas de: Russell & Norving(1999).

1)-La rama de la ciencia de la computación que se ocupa de la automatización de la conducta inteligente.

2)-El estudio de los cálculos que permiten percibir, razonar y actuar.

3)-El estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que por el momento los humanos las hacen mejor.

### **Presencia de la inteligencia artificial en la educación.**

La incursión de la IA en la educación específicamente en la enseñanza, es incipiente. La podemos encontrar dentro de la simulación de la realidad virtual y de la construcción de los tutores inteligentes.

### **Sistemas expertos**

#### **Conceptos**

Un tutor inteligente es un sistema experto (SE). Un sistema experto, también es llamado sistema basado en conocimientos. Es una aplicación informática que trata de simular el comportamiento de un experto humano en el sentido de que es capaz de decidir cuestiones complejas, si bien en un campo restringido.

### **Tutores inteligentes**

#### **Conceptos**

Un tutor inteligente es un sistema experto, el cual toma este nombre dentro del campo de la educación, también pueden ser llamados: Programas tutoriales inteligentes, para diferenciarlos de los programas convencionales, los cuales tienen casi la misma utilización, pero que son contruidos bajo perspectivas diferentes.

### **Descripción del tutor inteligente utilizado en ésta investigación**

El tutor inteligente utilizado en los experimentos que se documentan en éste reporte es un tutor especializado en la enseñanza del álgebra y es llamado: Ms. Lindquist. Este software fue desarrollado en el área de ciencias de la computación en Carnegie Mellon University, por el Doctor: Neil Heffernan, motivo por el cual el obtuvo su grado de doctor en computación en la especialidad de inteligencia artificial. El nombre Ms. Linsquit, se debe a que la Esposa del Dr. Heffernan, así es llamada y es profesora de álgebra. El Dr. Neil Hefernan, observó durante varios años la forma en que su esposa impartía sus clases y las

estrategias que ella utilizaba en el aula. El resultado de tales observaciones fueron incorporadas al tutor inteligente (Heffernan, 2001).

### ***Procedimiento de la investigación***

#### **Panorama general**

Se llevaron al cabo dos estudios: El primero de ellos durante el Verano en una universidad ubicada en el oeste de Canadá; el otro estudio fue efectuado en una universidad ubicada en el sureste de México.

#### **Tipo de estudio**

Los estudios llevados al cabo en Canadá y en México, se encuentran dentro del tipo de estudios del tipo experimental, con algunas ligeras variaciones en cada país.

#### **Canadá**

El estudio puede ser encuadrado dentro de un diseño del tipo experimental, debido a que cumple dos consideraciones mencionadas por Hernández, Fernández & Baptista(2000), las cuales son las siguientes: 1) Existen grupos de comparación (al menos dos grupos), en donde se manipulan las variables. 2) Existe equivalencia de los grupos al formarse de manera aleatoria. La asignación aleatoria es el mejor método para hacer equivalentes a los grupos (Hernández, Fernández & Baptista, 2000). En este estudio se formaron dos grupos: Uno experimental el cual tomó clases a través del tutor inteligente y uno de control, el cual tomó clases de manera tradicional maestro alumno. Dichos grupos fueron formados a partir de un conjunto de estudiantes que habían sido previamente invitados a participar en el experimento con la promesa de asignarles un estímulo económico. Se aplicó un pre-test al inicio del experimento y un post-test al final del experimento a ambos grupos, en el mismo lugar y a la misma hora. Los exámenes fueron los mismos para los dos grupos.

## **México**

A diferencia de Canadá, el estudio llevado al cabo en México, puede ser encuadrado como del tipo cuasi experimental, debido a que no fue posible formar los dos grupos participantes en el estudio de manera aleatoria, ya que, las autoridades de la universidad en donde se llevó al cabo el experimento impusieron algunas restricciones al experimento. Se tomaron dos grupos que ya estaban previamente formados, uno de ellos se convirtió en el grupo experimental y el otro en el grupo de control. Este tipo de estudio también es recomendado y utilizado por, Hernández, Fernández & Baptista(2000) y Campbell & Stanley, (1995), para efectuar investigaciones dentro del área educativa. La diferencia principal de un estudio cuasi experimental con un experimental, como el que se hizo en Canadá, es en la conformación de los grupos.

## **Participantes**

### **Canadá**

De un conjunto interdisciplinario de 16 Estudiantes que se encontraban tomando clases durante el Verano, todos de nivel universitario, de carreras diversas tales como: Administración de Negocios, Ciencias Computacionales, Ciencias de la Ingeniería, Historia y Estadística, se seleccionaron aleatoriamente lanzando una moneda al aire dos grupos. Los grupos quedaron conformados con ocho estudiantes cada uno de ellos. Uno de ellos se convirtió en el grupo experimental y el otro en el grupo de control.

En el cuadro C4 se muestran los datos del grupo experimental y en el cuadro C5 se muestran los datos del grupo de control.

Cuadro C4: Datos de los estudiantes del grupo experimental Canadá.

Carrera	Género	Edad	Nación
CIENCIAS COMPUTACIONALES	M	21	TAIWÁN
CRIMINOLOGÍA	M	24	CANADÁ
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	M	19	TAIWÁN
ECONOMÍA	M	23	TAIWÁN
CIENCIAS COMPUTACIONALES	M	25	CHINA
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS	F	20	IRÁN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS	F	21	CHINA
ESTADÍSTICA	F	21	HONG KONG
Participantes = 08		21.75	

Cuadro C5: Datos de los estudiantes del grupo control Canadá.

Carrera	Género	Edad	Nación
HISTORIA	F	20	CANADÁ
EDUCACIÓN	M	27	CANADÁ
HUMANIDADES	M	20	CANADÁ
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	M	18	TAIWÁN
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	M	20	TAIWÁN
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	M	24	CANADÁ
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS	M	22	TAIWÁN
ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS	M	21	CANADÁ
Participantes = 08		21.50	



**México**

A diferencia de los dos grupos que se formaron en Canadá, en México se tomaron dos grupos que ya estaban previamente formados.

En el cuadro C6 se muestran los datos del grupo experimental y en el cuadro C7 se muestran los datos del grupo de control.

Cuadro C6: Datos de los estudiantes del grupo experimental México.

Carrera	Género	Edad	Nación
ING. ELECTRÓNICA	M	24	México
ING. ELECTRÓNICA	F	21	México
ECONOMÍA	M	24	México
CONTADURÍA	M	21	México
REL. COMERCIALES	M	24	México
ADMINISTRACIÓN	M	25	México
ECONOMÍA	M	20	México
ECONOMÍA	M	25	México
ECONOMÍA	M	27	México
CONTADURÍA	M	23	México
CONTADURÍA	F	29	México
ECONOMÍA	F	25	México
Participantes = 12		24.00	

Cuadro C7: Datos de los estudiantes del grupo de control México.

Carrera	Género	Edad	Nación
ADMINISTRACIÓN	F	25	México
ADMINISTRACIÓN	F	20	México
ELECTRÓNICA	M	21	México
ING. INDUSTRIAL	M	24	México
ING. INDUSTRIAL	F	24	México
ELECTRÓNICA	M	22	México
ING. INDUSTRIAL	F	23	México
ELECTRÓNICA	M	22	México
ELECTRÓNICA	M	22	México
ELECTRÓNICA	M	20	México
ELECTRÓNICA	M	29	México
ELECTRÓNICA	M	24	México
ELECTRÓNICA	M	28	México
ADMINISTRACIÓN	M	22	México
ADMINISTRACIÓN	F	34	México
ING. INDUSTRIAL	F	26	México
ING. INDUSTRIAL	M	23	México
Participantes = 17		24.06	

**Instrumentos de medición**

En Canadá al inicio del experimento se aplicó un examen escrito de tipo pre-test a los dos grupos. Por razones de confidencialidad no se les pidió el nombre, solamente la edad, el género, el país de origen y la carrera que estudiaban. Dicho examen fue el mismo para

ambos grupos y fue aplicado al mismo tiempo y en el mismo lugar. El examen consistió de una serie de 9 problemas algebraicos de los cuales casi la mitad eran de opción múltiple y los demás de contestación abierta.

Posteriormente los estudiantes del grupo de control tomaron cinco sesiones de clases de álgebra, con una duración de 50 min. cada una diariamente, de manera tradicional maestro-alumno en el aula. No se dejaba tarea al estudiante. Al mismo tiempo que se desarrollaban las sesiones del grupo de control, cada alumno del grupo experimental tomó sus clases directamente del tutor inteligente utilizando su computadora, teniendo ellos la libertad de avanzar dentro del tutor de manera libre durante las sesiones que eran también de 50 minutos cada una. El tiempo máximo que se les dio a los estudiantes para terminar las lecciones fue el día en que las sesiones del grupo de control finalizarían. El tiempo mínimo, el que ellos determinarían.

Posteriormente se les aplicó el mismo examen escrito del tipo post-test a ambos grupos al mismo tiempo. El examen contenía también un grupo de nueve problemas algebraicos, para tratar de medir el aprovechamiento adquirido de ambos grupos, tanto de los que habían tomado las clases de manera tradicional como de los que tomaron la instrucción vía el tutor inteligente. Al igual que el pre-test, el post-test contenía problemas en su mayoría de opción múltiple y el resto de contestación abierta.

### **Pruebas estadísticas utilizadas**

Adicionalmente a las pruebas estadísticas básicas, la prueba estadística principal que se utilizó en este estudio, es la prueba t Student para muestras dependientes e independientes.

Resultados

**Resultados obtenidos en Canadá**

El cuadro C8 presenta de manera detallada los resultados que se obtuvieron en Canadá. El cuadro C9 presenta los mismos resultados de manera resumida. La gráfica 1 muestra un comparativo entre los resultados del pre-test, del grupo experimental y del grupo de control. La gráfica 2 muestra un comparativo entre los resultados del post-test, del grupo experimental y del grupo de control. La gráfica 3 muestra un comparativo entre las ganancias en el aprendizaje que se observaron entre el grupo experimental y el de control.

Cuadro C8 : Resultados detallados obtenidos en Canadá.

	GRUPO				GANANCIA EN EL	
	EXPERIMENTAL		GRUPO DE CONTROL		APRENDIZAJE	
	PRETEST	POSTEST	PRETEST	POSTEST	EXPERIMENTAL	CONTROL
	ACIERTOS		ACIERTOS			
Participante						
01	9	9	8	8	0	0
Participante						
02	6	7	8	5	1	-3
Participante						
03	9	9	9	7	0	-2
Participante						
04	8	9	9	9	1	0
Participante						
05	9	8	9	9	-1	0
Participante						
	9	9	8	8	0	0

06							
Participante							
07	7	8	9	9	1	0	
Participante							
08	8	9	9	9	1	0	
Promedios	8.13	8.50	8.63	8.00	0.38	-0.63	
Desv. Std.	1.13	0.76	0.52	1.41	0.74	1.19	

Cuadro C9 : Resultados resumidos obtenidos en Canadá.

Ganancia en el aprendizaje (post-test-pre-test)	Pretest			Posttest			
	N	Promedio	Desv. Std.	Promedio	Desv. Std.	Promedio	Desv. Std.
Experiment.	8	0.38	0.74	8.13	1.13	8.50	0.76
Control	8	-0.63	1.19	8.63	0.52	8.00	1.41
	16						

**Pruebas t student de los resultados obtenidos en Canadá**

El cuadro C10 nos muestra los resultados de la prueba t student para Canadá en cuatro vertientes diferentes.

Cuadro C10: Pruebas t student de los resultados obtenidos en Canadá.

<b>Comparativo</b>	<b>t student</b>	<b>Comentario</b>
Ganancia en el aprendizaje del grupo experimental <b>(post-test-pre-test) (O2 – O1) = X</b>	0.78	No son diferencias significativas
Ganancia en el aprendizaje del grupo de control <b>(post-test-pre-test) ) (O4 – O3) = Y</b>	1.17	No son diferencias significativas
Ganancia en el aprendizaje entre el grupo experimental y el grupo de control <b>(X vs Y)</b>	2.02	No son diferencias significativas
pre-tests entre el experimental vs. Control <b>(O1 vs O3)</b>	1.14	No son diferencias significativas
post-tests entre el experimental vs. Control <b>(O2 vs O4)</b>	0.88	No son diferencias significativas

## **Análisis de los resultados obtenidos en Canadá**

### **De los participantes**

Observando los cuadros C4 y C5, llama la atención la diversidad de países principalmente de Asia, que conforman a los estudiantes de Canadá. Se observaron estudiantes originarios de: China, Irán, Honk Kong y Taiwán (los Asiáticos, fueron agrupados como Chinos).

En Canadá, en el grupo de control, los estudiantes originarios de Canadá representaban el 62.50% y los de China el 37.50%.

En el grupo experimental, se observaron estudiantes originarios de más países que en el grupo de control, de China eran el 75%, de Canadá el 12.50% y de Irán. 12.50%.

En el grupo de control las edades oscilaban entre los 18 años, la menor observada y los 27 años la mayor, 87.50% hombres y el 12.50% Mujeres.

En el grupo experimental las edades oscilaban entre 19 años la menor observada y 25 años la mayor, el 62.5% hombres y el 37.5% mujeres.

En el grupo de control, el 37.50% estudiaban Ciencias de la Ingeniería, el 25.00% estudiaban Administración de Negocios, Historia el 12.50%, Educación el 12.50% y Humanidades el 12.50%.

En el grupo experimental, el 25.00% estudiaban Ciencias Computacionales, el 25.00% estudiaban Administración de Negocios, Criminología el 12.50%, Economía el 12.50%, Estadística el 12.50% y Ciencias de la Ingeniería 12.50%.

**De los experimentos**

Observando los cuadros C8 y C9, se percibe una pequeña diferencia hacia arriba de 0.38 problemas en promedio entre los resultados del post-test y del pre-test del grupo experimental. Lo anterior representa una ganancia marginal en el aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental. Se observa una pequeña diferencia hacia abajo de - 0.63 problemas en promedio entre los resultados del post-test y del pre-test del grupo de control. Lo anterior representa una disminución marginal (pérdida) en el aprendizaje de los estudiantes del grupo de control.

Al comparar los resultados entre el pre-test del grupo experimental y el pre-test del control, se observa que el grupo experimental presenta una diferencia de 0.50 problemas en promedio hacia arriba. Curiosamente la diferencia observada entre los post-tests de los grupos también es de 0.50 problemas en promedio, pero aquí la observamos en el grupo de control. En las gráficas 1, 2 y 3, también se pueden observar estas variaciones. A continuación se presenta el análisis de los resultados de la prueba t student aplicada a estas diferencias.

**De las pruebas T student**

En el cuadro C10 se muestran los resultados de aplicar la prueba t student a las diferencias mencionadas. El cálculo de la prueba t student, fue para muestras dependientes e independientes con los grados de libertad respectivos, de acuerdo al tamaño de los grupos.

En los resultados que se presentan en el cuadro C10, se puede observar que las diferencias que se presentan en los diversos comparativos no son significativas. El hecho de que las diferencias entre los pre-tests de los grupos no sean significativas, implica que los grupos eran equivalentes al inicio del experimento, lo cual indica que la aleatoriedad de los grupos funcionó.



El hecho de que la diferencia entre el pre-test y el post-test (ganancia en el aprendizaje) tanto en el grupo experimental como en el de control no sean significativas, quiere decir que los estudiantes que tomaron clases de manera tradicional maestro alumno, aprendieron casi igual que los estudiantes que tomaron clases con el tutor inteligente. La falta de diferencias significativas entre los resultados de los post-tests de los dos grupos, implica que los dos grupos también eran equivalentes al finalizar los experimentos.

**Resultados obtenidos en México**

El cuadro C11 presenta de manera detallada los resultados que se obtuvieron en México y el cuadro C12 presenta los mismos resultados de manera resumida. La gráfica 4 muestra un comparativo entre los resultados del pre-test del grupo experimental y del grupo de control. La gráfica 5 muestra un comparativo entre los resultados del pre-test del grupo experimental y del grupo de control. La gráfica 6 muestra un comparativo entre las ganancias en el aprendizaje que se observaron entre el grupo experimental y el de control.

Cuadro C11 : Resultados detallados obtenidos en México.

	EXPERIMENTAL		CONTROL		GANANCIA EN EL APRENDIZAJE	
	PRETEST	POSTEST	PRETEST	POSTEST	EXPERIMENTAL	CONTROL
	ACIERTOS		ACIERTOS			
Participante 01	6	9	1	1	3	0
Participante 02	5	7	3	3	2	0
Participante 03	4	8	2	3	4	1
Participante 04	5	7	4	4	2	0
Participante 05	2	6	5	5	4	0
Participante 06	1	4	3	3	3	0
Participante 07	5	8	4	4	3	0

Participante 08	3	6	1	1	3	0
Participante 09	2	8	1	1	6	0
Participante 10	5	8	4	4	3	0
Participante 11	7	9	4	5	2	1
Participante 12	3	5	2	4	2	2
Participante 13			4	5		1
Participante 14			3	4		1
Participante 15			1	2		1
Participante 16			4	4		0
Participante 17			2	4		2
Promedio	4.00	7.08	2.82	3.35	3.08	0.53
Desv. Std.	1.81	1.56	1.33	1.37	1.16	0.72

Cuadro C12: Resultados resumidos obtenidos en México.

Ganancia en el aprendizaje (Post-test-Pre-test)				Pretest		Posttest	
	N	Promedio	Desv. Std.	Promedio	Desv. Std.	Promedio	Desv. Std.
Experim	12	3.08	1.16	4.00	1.81	7.08	1.56
Control	17	0.53	0.72	2.82	1.33	3.35	1.37
	29						

**Pruebas t student de los resultados obtenidos en México**

El cuadro C13 nos muestra los resultados de la prueba t student para México.

Cuadro C13: Pruebas t student de los resultados obtenidos en México.

Comparativo	t student	Comentario	
Ganancia en el aprendizaje del grupo experimental <i>(post-test-pre-test) (O2 – O1) = X</i>	4.47	Existen significativas confiabilidad	diferencias 99%
Ganancia en el aprendizaje del grupo de control <i>(post-test-pre-test) (O4 – O3) = Y</i>	1.14	No son significativas	diferencias
Ganancia en el aprendizaje entre el grupo experimental y el grupo de control <i>(X vs Y)</i>	6.75	Existen significativas confiabilidad	diferencias 99%
pre-tests entre el experimental vs. Control <i>(O1 vs O3)</i>	1.92	No son significativas	diferencias
post-tests entre el experimental vs. Control <i>(O2 vs O4)</i>	6.66	Existen significativas confiabilidad	diferencias 99%

## **Análisis de los resultados obtenidos en México**

### **De los participantes**

Observando los cuadros C6 y C7, todos los estudiantes que intervinieron en el experimento en México eran de origen Mexicano. El promedio de edades de los participantes se sale de lo tradicional de los estudiantes que estudian una carrera profesional. Uno de los motivos, es debido a que la Universidad en donde se llevó al cabo el estudio, es una Universidad orientada a personas que en su momento no pudieron estudiar y ofrece carreras profesionales en menor tiempo que lo tradicional.

En el grupo de control las edades oscilaban entre los 20 años, la menor observada y los 34 años la mayor, 64.70% hombres y el 35.30% Mujeres.

En el grupo experimental las edades oscilaban entre 20 años la menor observada y 29 años la mayor, el 75.00% hombres y el 25.00% mujeres.

En el grupo de control, el 47.06% estudiaban Electrónica, el 21.41% estudiaban Ingeniería Industrial y Administración el 23.53%.

En el grupo experimental, el 16.67% estudiaban Electrónica, el 25.00% estudiaban Contaduría, Economía el 41.67%, Relaciones Comerciales y Administración el 8.33% cada una de ellas.

### **De los experimentos**

Observando los cuadros C10 y C11, se percibe una diferencia importante hacia arriba de 3.08 problemas en promedio entre los resultados del post-test y del pre-test del grupo experimental. Lo anterior representa una ganancia significativa en el aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental. Se observa una pequeña diferencia hacia arriba de

0.53 problemas en promedio entre los resultados del post-test y del pre-test del grupo de control.

Lo anterior representa un aumento marginal en la ganancia en el aprendizaje de los estudiantes del grupo de control. Al comparar los resultados entre los pre-tests del grupo experimental y el de control, se observa que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron mayor calificación que los estudiantes del grupo de control, se observa una diferencia de 1.18 problemas en promedio. La diferencia observada entre los post-tests de ambos grupos es de 3.73 problemas en promedio, habiendo obtenido mayor calificación los estudiantes integrantes del grupo experimental. En las gráficas 4, 5 y 6 se pueden observar estas variaciones. A continuación se presenta el análisis de los resultados de la prueba t student aplicada a estas diferencias.

#### **De las pruebas T student**

En el cuadro C13, se presentan los resultados de la prueba t student, para muestras dependientes e independientes. El cálculo se efectuó con los grados de libertad respectivos de acuerdo al tamaño de los grupos. Dicha prueba nos permite determinar que tan significativas son las diferencias mencionadas anteriormente. En los resultados que se presentan en el cuadro C13, se puede observar que algunas diferencias son significativas y otras no son significativas.

El hecho de que la diferencia no sea significativa entre los resultados del pre-test de ambos grupos, indica que los grupos eran equivalentes al inicio del experimento, lo cual quiere decir que pudo haber funcionado el emparejamiento de los grupos. El hecho de que el comparativo entre las diferencias del post-test y del pre-test (ganancias del aprendizaje) de los grupos sea significativa, indica que si hay diferencias importantes en el aprendizaje de los estudiantes que tomaron clases de manera tradicional con los

estudiantes que tomaron las clases con el tutor inteligente, los cuales presentan mayor ganancia en el aprendizaje que los estudiantes del grupo de control.

La diferencia significativa entre los resultados de los post-test de los dos grupos implica que los estudiantes del grupo experimental poseían mayor grado de aprendizaje que los estudiantes del grupo de control, al poder resolver mayor número de problemas.

## Conclusiones

### **prueba de hipótesis y conclusiones.**

1: Los estudiantes de Canadá que toman clases a través un tutor inteligente, presentan mejoras significativas en su aprendizaje que los estudiantes que toman clases de manera tradicional, maestro alumno. Con base en los resultados obtenidos en Canadá y en el análisis efectuado a la prueba t student que se aplicó a las diferencias observadas entre el grupo experimental y el de control (ver cuadros, C8, C9 y C10). Se determina que no existen diferencias significativas en el aprendizaje de los estudiantes, es decir, los estudiantes que tomaron clases con el tutor inteligente, presentan una ganancia en el aprendizaje similar a los estudiantes que tomaron clases de manera tradicional maestro alumno.

2: Los estudiantes de México que toman clases a través un tutor inteligente, presentan mejoras significativas en su aprendizaje que los estudiantes que toman clases de manera tradicional, maestro alumno. De acuerdo a los resultados de la prueba t student, mostrados en el cuadro C13, existen diferencias significativas a la alza entre los resultados del post-test y del pre-test del grupo experimental, en otras palabras, existe una ganancia importante en el aprendizaje de los estudiantes que tomaron clases con el tutor inteligente. La prueba t student nos dice que esa diferencia es significativa con un alto grado de confiabilidad (99%).

En promedio los estudiantes del grupo experimental resolvieron 3.08 más problemas de los que resolvieron en el pre-test, después de tomar instrucción con el tutor inteligente. En el grupo de control se observa una diferencia de 0.53 problemas en promedio hacia arriba entre el post-test y el pre-test. La prueba t student nos dice que la diferencia encontrada entre esos resultados no es significativa.

Lo anterior indica que el grupo de control no obtuvo ganancia significativa en el aprendizaje de sus estudiantes. Sin embargo, la comparación entre la ganancia en el aprendizaje del grupo experimental y del grupo de control, es bastante significativa (con un 99% de confiabilidad) a favor del grupo experimental (ver gráfica 6). El grupo experimental presenta una ganancia en su aprendizaje muy importante en relación al grupo de control, al haber obtenido los estudiantes en promedio, una ganancia de 2.55 problemas más que los estudiantes del grupo de control.

**Prueba de hipótesis :** Se presenta una diferencia significativa entre el aprendizaje adquirido por los estudiantes de Canadá y el aprendizaje adquirido por los estudiantes de México, después de haber tomado clases en cada país, un grupo a través de un tutor inteligente y el otro grupo a través de la enseñanza tradicional. De acuerdo a los puntos anteriores (1 y 2), se puede observar que existen diferencias importantes en ambos países en relación al aprendizaje adquirido a través de un medio o de otro, mientras que en Canadá se observa que el aprendizaje adquirido es casi el mismo a través de las dos formas de enseñanza, en México se observan diferencias significativas en el aprendizaje adquirido a través de un medio tradicional que a través de un medio tecnológico, por lo tanto la hipótesis es aceptada.

Tal vez otra forma de especificar esta hipótesis podría ser: A los estudiantes de Canadá los afecta de manera diferente el aprender con el uso de tecnología que a los de estudiantes México. Esta hipótesis se cumple debido a que tal como lo muestran los resultados, los

estudiantes de Canadá aprendieron de manera similar con el uso de un tutor inteligente que sin el uso de uno de ellos y los de México, si presentan diferencias importantes entre los dos medios de enseñanza.

## Bibliografía

- Anderson, J.R.(1990). Analysis of student performance with the LISP tutor, en N. Fredericksen, R. Glaser, A. Lesgold & M. Shafto, eds. *Diagnostic monitoring ok skill and knowledge acquisition*. Hillsdale, NJ:Erlbaum.
- Anderson, J.R.(2001).*Aprendizaje y memoria un enfoque integral*. México, D.F.:Mc. Graw Hill Interamericana Editores.
- Anderson, J.R., Boyle,C. & Reiser,B.(1985). Intelligent tutoring systems. *Science*. 228.
- Anderson, J.R.,Boyle,C. & Yost, G.(1985). The geometry tutor en *Proceedings of IJCAI-85*. Los Angeles, CA:IJCAL.
- Anderson, J.R.,Farrell,R. & Sauers,R(1984).Learning to program in LISP, *Cognitive Science* 8.
- Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior(1999). Estadísticas sobre la educación Superior en México. *Página de Internet de la NUIES*.  
<http://anuies.mx/> consultado el 03 de Enero del 2001.
- Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior.(2000). La Educación Superior en el siglo XXI, *Líneas estratégicas de desarrollo, una propuesta de la ANUIES*. México, D.F.
- Aste, M.(2000).Posibilidades que brindan el Software y la Multimedia en la educación. *Revista: La tecnología en la enseñanza*. 1.
- Ausubel,D.P.(1968). *The psychology of meaningful learning*. New York:Grune and Starton.
- Ausubel,D.P.(1978). *Psicología educativa Un punto de vista cognoscitivo*. México:Trillas.
- Bonar, J.,Cunningham R., Beatty, P. & Weil, W. (1988). Bridge: Intelligent tutoring systems with intermediate representations (reporte técnico). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh, Learning Research and Development Center.
- Bruner,J.(1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza.



Campbell, T.D. & Stanley C.J., (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu editores.

Carbonell, J.R. (1970). AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction. *IEEE Trans. on Man-Machine Systems*. 11.

Cruz, J. (1986). *Teorías del aprendizaje y tecnología de la enseñanza*. México: Trillas.

Díaz, W. (2003). Fundación Universitaria Manuela Beltrán. *Materiales Educativos Multimediales e Implicaciones Pedagógicas de su uso*. Documento html.

<http://www.umb.edu.co/umb/cursos/talleres/tallermul/mater.html>

consultada el 29 de Noviembre del 2008.

Díaz, B.F. (2000). Entrevista efectuada al profesor Díaz en las instalaciones del Centro de Excelencia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas en Septiembre del 2000, Tampico, Tamps.

Elorriaga, J.A. (1995). Sistemas tutores inteligentes y aprendizaje automático. *Informática y Automática*. Madrid. 28(4).

Fernández, C. (1993). Architectural and planning issues in intelligent tutoring systems. *Journal of Artificial intelligence and education*. 4(4).

Gagné, R. (1962). The acquisition of knowledge, *Psychological Review*, 69.

Guardia, R.B. (2002). Sinergia. documento html. *El todo es mas que la suma de sus partes*. <http://www.sinergia-web.com.mx/clases/tesis> Consultado el 10/01/2003

Guskey, T.R. & Gates, S. (1986). Synthesis of research on the effects of mastery learning in elementary and secondary classrooms. *Educational Leadership*. 43.

Hart, D., Woolf, B., Day, R., Botch, B., & Vining, W. (1999). OWL: An Integrated Web-Based Learning Environment. *Conference on Math/Science Education & Technology (M/SET 99)*, San Antonio, TX. Marzo, 1999.

Heffernan, N. T. (2001). *Ms. Lindquist: The tutor, The free, web-delivered, patent pending intelligent tutoring system*. Programa tutorial inteligente que enseña álgebra.

<http://www.algebratutor.org>

Heffernan, N. T. (2002). *Web based evaluation showing both motivational and cognitive benefits of the Ms. Lindquist tutor*. Documento html. Consultado el 08 de Enero del 2003. <http://www.algebratutor.org/pubs>.

- Heffernan, N.T. & Koedinger, K.R.(2002) *An intelligent tutoring system incorporating a model of an experienced human tutor*. Documento html. <http://www.algebratutor.org/pubs> Consultado el 30 de Enero del 2003.
- Hernández, S.R., Fernández, C.C., & Baptista, L.P.(2000). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: Mc. Graw Hill. Interamericana
- Hernández, R.G.(1998). *Paradigmas en psicología de la educación*. México, D.F.: Editorial Paidós Mexicana S.A..
- Lesgold, A., Lajoie, S.P., Bunzo, M. & Eggan, G. (1992). A coached practice environment for an electronics troubleshooting job. en J. Larkin, R. Chabay & C. Sheftic, eds. *Computer-assisted instruction and intelligent tutoring systems: establishing communication and collaboration*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- León, L.E.A.(2002). Learn something about the student's t-test. *Scientific research methods topics & tools*. Documento html. <http://www.cem.itesm.mx/profesores/dp/eleon/topics.htm> consultada el 12/Dic/2007.
- Minsky, M.(1956). Steps towards artificial intelligence. *Publicaciones del departamento de matemáticas del MIT, Laboratorio de investigación en electrónica, MIT*. Boston, MA,. <http://web.media.mit.edu/~minsky/papers/steps.html> consultada el 09 de Noviembre del 2008.
- Newell,A.(1991). *Unified Theories of cognition*. Cambridge,MA. Harvard University Press.
- Portafolio, C.(1997). Tecnologías apropiadas para implementar una universidad virtual. *La universidad Paralela*. Medellín, Colombia. <http://www.portafolio.org/uparalela.htm> consultada el 10 de Diciembre del 2007.
- Pozo, J. (1989). *Teorías Cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Robinson, R.P.(1999). *Aplique TurboProlog*, Madrid: Mc. Graw Hill.
- Rusell S. & Norving P. (1999). *Inteligencia Artificial un enfoque moderno*. México, D.F.: Prentice Hall.
- Rusell,D.Kinshuk,L. & Patel,A.(2000). A multi-institutional evaluation of Intelligent Tutoring Tools in Numeric Disciplines. *Educational Technology & Society*. 3(4). ISSN 1436-4522.
- Schofield, J.W. & Evans-Rhodes D. (1989). Artificial intelligence in the classroom. en D. Bierman, J. Breuker, & J. Sandberg, eds. *Artificial intelligence and education: synthesis and reflection*. Springfield, VA.

- Shildt, H.(1998). *Turbo Prolog, programación avanzada*. Madrid, España: Mc Graw Hill Interamericana de España.
- Shute, V. J.,& Regian,J.W.. (1993). Principles for evaluating intelligent tutoring systems. *Journal of Artificial Intelligence and Education* 4(3).
- Shute, V. J., & Psocka, J. (1996). Intelligent tutoring systems: Past, present, and future. En D. Jonassen (Editor.). *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. Mahwah, New Jersey.
- Shute, V.J.,& Glaser,R. (1991). An intelligent tutoring systems for exploring principles of economics. en R.E. Snow & D. Wiley, eds. *Improving inquiry in social science*. Hillsdale, NJ; Erlbaum..
- Shute, V.J. (1991). Who is likely to acquire programming skills?. *Journal of Educational Computing Research* 7.
- Shute, V.J., Gawlick-Grendell, L.A., & Young, R.(1993). *An experimental system for learning probability: Stat Lady* . Documento presentado en la: American Educational Research Association, Atlanta, GA.
- Shute, V.J. & Gawlick-Grendell, L.A., (1994). *What does the computer contribute to learning?* . Documento presentado en la: American Educational Research Association, Atlanta, GA.
- Simon & Schuster(1996). *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. Universidad de Missouri: Editado por David H. Jonassen.
- Skinner, B.F. (1971). *Beyond Freedom and Dignity*. New York: Knopf.
- Skinner, B.F. (1970). *Tecnología de la enseñanza*. Barcelona: Labor.
- Schmelkes,C. (2004). Comentarios efectuados por la Dra. Corina Schmelkes, con base en documentación recibida de la DGIT, los cuales señalan lineamientos pedagógicos a ser aplicados en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos.
- TLC(1994), Acuerdo Paralelo relativo a la educación Superior, *Tratado de Libre comercio de Norteamérica(TLC)*. Gobierno de la República Mexicana. <http://www.fmmeduacion.com.ar/Recursos/Documentos/Internacionales/nafta2.html>  
Consultada el 03 de Febrero del 2008.
- Varela, F.J.(1990). *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas*. Barcelona: Gedisa.
- Verdejo, M. F.(1995). *Lenguaje natural: avances, aplicaciones y tendencias*. Madrid, España: Arbor.
- Wenger, E.(1987). *Artificial Intelligence and Tutoring Systems*, Menlo Park, CA:Morgan Kaufmann.

Weizenbaum, J.(1966) ELIZA. A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, (9). No. 1

Winn,W.D.(1997). Some implications of cognitive theory for instructional design. *Instructional Science*. 19:20.