



Revista Facultad de Ingeniería
ISSN: 0717-1072
facing@uta.cl
Universidad de Tarapacá
Chile

Ossandón N., Yanko; Barrientos Núñez, Víctor
Evaluación de los aprendizajes en ingeniería
Revista Facultad de Ingeniería, vol. 11, núm. 1, 2003, pp. 57-64
Universidad de Tarapacá
Arica, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11411207>

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

EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES EN INGENIERÍA

Yanko Ossandón Núñez¹ Víctor Barrientos Núñez²

Recibido el 01 de julio de 2003, aceptada el 23 de septiembre de 2003

RESUMEN

Los académicos investigadores compartirán los resultados de la utilización de un sitio de educación a distancia como elemento de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje de alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Tarapacá. Utilizando una plataforma de software propia, se instaló en ella un módulo educativo con el fin de medir la efectividad del aprendizaje no presencial respecto de los mismos contenidos en la modalidad presencial.

Palabras claves: Educación a distancia, tutor inteligente, constructivismo.

ABSTRACT

The research team will share the results of the utilization of an Educational Virtual Site for Distance Education as a supportive platform for the process of teaching and learning. The experience was applied to students of the Faculty Engineering at the Universidad of Tarapacá, Arica, Chile. An Educational virtual module was installed on this institutional platform as a way to measure the effectiveness of virtual learning as opposed to a face to face learning, in relation with the same contents.

Keywords: Distance Education, intelligent tutor, constructivism

INTRODUCCIÓN

Los Proyectos Yatiqasiña: Aprendiendo y Comprendiendo en el Museo. Fondecyt N° 1960683, con término en 1998, y Metodología para evaluación del aprendizaje en Museos Arqueológicos Fondecyt N°1990393, con término en Marzo del 2001 - que hicieron propuestas de métodos y estrategias de autoinstrucción y autoevaluación para el Museo Arqueológico de San Miguel de Azapa en Arica-Chile y otros museos del país - han demostrado que las nuevas tecnologías abren posibilidades de trabajar interactivamente impactando crecientemente los métodos y formas del quehacer educativo. El presente Sistema Pedagógico Virtual (SPV) [6] constituye una extrapolación de las ideas planteadas en los trabajos anteriormente mencionados, y para ello se utilizan entornos heurísticos centrados en los usuarios y que consideran las teorías constructivistas y los principios de un aprendizaje efectivo y significativo. En este enfoque pedagógico, los alumnos, además de comprender los contenidos, deben investigar y buscar nuevas relaciones en el conocimiento permitiéndoles, de

esta forma, sentirse gestores y constructores de sus aprendizajes.

El proyecto SPV fue desarrollado en dos fases: la primera implementó un portal educativo que incluye dos ambientes: uno orientado al profesor - para que construya cursos no presenciales bajo el paradigma constructivista - y otro para el usuario, para seguir las alternativas del curso en forma autónoma y orientado por un tutor inteligente, y todo esto, dentro de un entorno de aprendizaje necesario para mantener al alumno permanentemente comunicado con los integrantes del curso o con la institución académica en su conjunto para proporcionarle alternativas de acceso y de ejercitación con la información que requiere para demostrar su aprendizaje.

La segunda, motivo de este trabajo, plantea la hipótesis de la efectividad del aprendizaje a través de medios de autoaprendizaje en el WEB.

Muchas universidades en el mundo, ya han adoptado la opción de la educación a distancia (ED) realizando sus propios proyectos de Universidad Virtual. Cabe

¹ Universidad de Tarapacá, Departamento de Computación e Informática, Arica, Chile, yossando@uta.cl

² Universidad de Tarapacá, Departamento de Matemáticas, Arica, Chile, vbarrien@uta.cl

mencionar en el mundo latino a México, con más de 51 instituciones que ofrecen ED desde los niveles básicos hasta los niveles universitarios utilizando variados medios y tecnologías, que comprenden videoconferencias interactivas, televisión vía satélite, audio-conferencia e Internet [4]. Hoy en día, la ED ha tomado un nuevo impulso gracias a Internet y hoy no sólo disponemos de páginas planas con información, sino que se pueden encontrar cursos o carreras profesionales completas, que utilizan multimedios y que son completamente interactivas [3] bajo la modalidad de Cursos on-line [9].

A fin de aumentar la efectividad en el traspaso del conocimiento y de estimar positivamente el aprendizaje de los usuarios, el SPV propone una metodología interactiva de educación que integra la flexibilidad e inteligencia de los sistemas tutores inteligentes [5], [8] con tecnologías de desarrollo hipermedia, con técnicas de adaptabilidad [1] y con estrategias de aprendizaje.

LA PLATAFORMA SPV

El SPV está integrado en la plataforma educativa de la

The screenshot shows the UT@med student interface. At the top, it says "UT@med [Entorno Alumno] - Microsoft Internet Explorer". Below that is the UT@med logo. A blue bar displays "Alumno: Walter Pizarro Rojas". The main content area starts with "Bienvenido" and "Tiene nuevos mensajes". It shows a message from "yanko" with the subject "consulta_pruebas" and the date "22-05-2003 09:39". Below this, there's a section titled "Sus cursos inscritos" with "Gen 1 SP021 Computación I". On the left sidebar, under "Centro de comunicación", there are links for "Foro", "Chat", "Mensajero", "Diario Mural", and "Hemeroteca".

Fig. 1.-Interfaz de acceso al curso.

Universidad de Tarapacá denominada UTA^{med} y para acceder a ella hay que utilizar la URL <http://fad.uta.cl>. En ella encontraremos que coexisten dos ambientes educativos, uno de los cuales corresponde al SPV, tal como se muestra en la Fig. 1.

Esta alternativa permite al profesor incorporar una planificación curricular que obedece al esquema que se muestra en la Fig. 2 y desglosado en parte en la Fig.3, que puede parecer un tanto rígida, pero que ha sido mejorada sustancialmente en las versiones posteriores del ambiente educativo.

El alumno trabaja en un ambiente diferente que esta caracterizado en la Fig. 4, donde se puede apreciar al pie de la página la acción del tutor. Dispone además de otros recursos tales como el Diario de Procesos, un Glosario y un Manual de utilización de la aplicación. Por otra parte al ambiente UTA^{med} proporciona otras facilidades de comunicación entre alumnos, alumnos y tutores reales, Foro, Correo, Diario Mural y Hemeroteca, Biblioteca, Programación de Actividades, que están fuera del alcance de este trabajo.

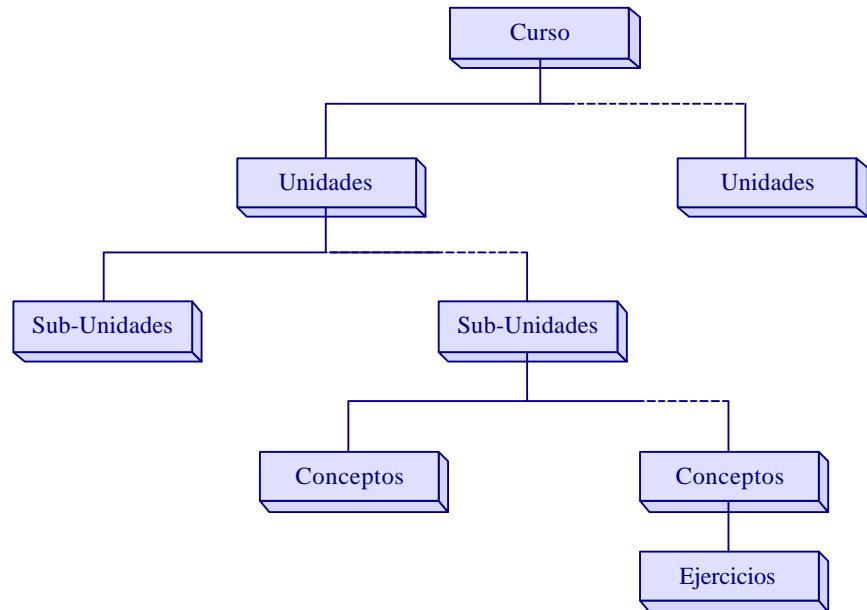


Fig. 2.- Estructura del curso

Estructura del curso - Netscape

CURSO

- [Arreglos uni y multidimensionales](#) (1)
 - [Arreglos unidimensionales](#)
 - [Concepto de arreglo](#)
 - [Declaración de arreglos unidimensionales](#)
 - [Uso de vectores](#)
 - [Actividad 1](#)
 - [Incorporar elementos a un vector](#)
 - [Agregar elementos a un vector y...](#)
 - [Eliminar elementos de un vector](#)
 - [Actividad 2](#)
 - [Gestión de vectores mediante funciones](#)
 - [Actividad 3](#)
 - [Algoritmos de ordenamiento](#)
 - [Algoritmos de búsqueda](#)
 - [Actividad 4](#)
 - [Algoritmo de mezcla](#)
 - [Actividad 5](#)
 - [Problema Recapitulativo](#)
 - [Arreglos multidimensionales](#)
 - [Arreglos de más de una dimensión](#)
 - [Declaración de matrices](#)
 - [Uso de matrices](#)
 - [Actividad 7](#)
 - [Manipulación de arreglos](#)
 - [Actividad 8](#)

Nombre del Curso
Computación I

Descripción del Curso

 - Carrera : Ingeniería Plan Común
 - Nivel : Primero
 - Profesor :Yanko Ossandón N.
 - Año : 2002, Segundo Semestre

Objetivos del Curso

 1. Reconocer el computador como herramienta para la solución de problemas.
 2. Resolver problemas aplicando el razonamiento algorítmico
 3. Describir los algoritmos de solución de los problemas a través de programas escritos en un lenguaje de programación moderno

Fig.3.- Visualizador de contenidos

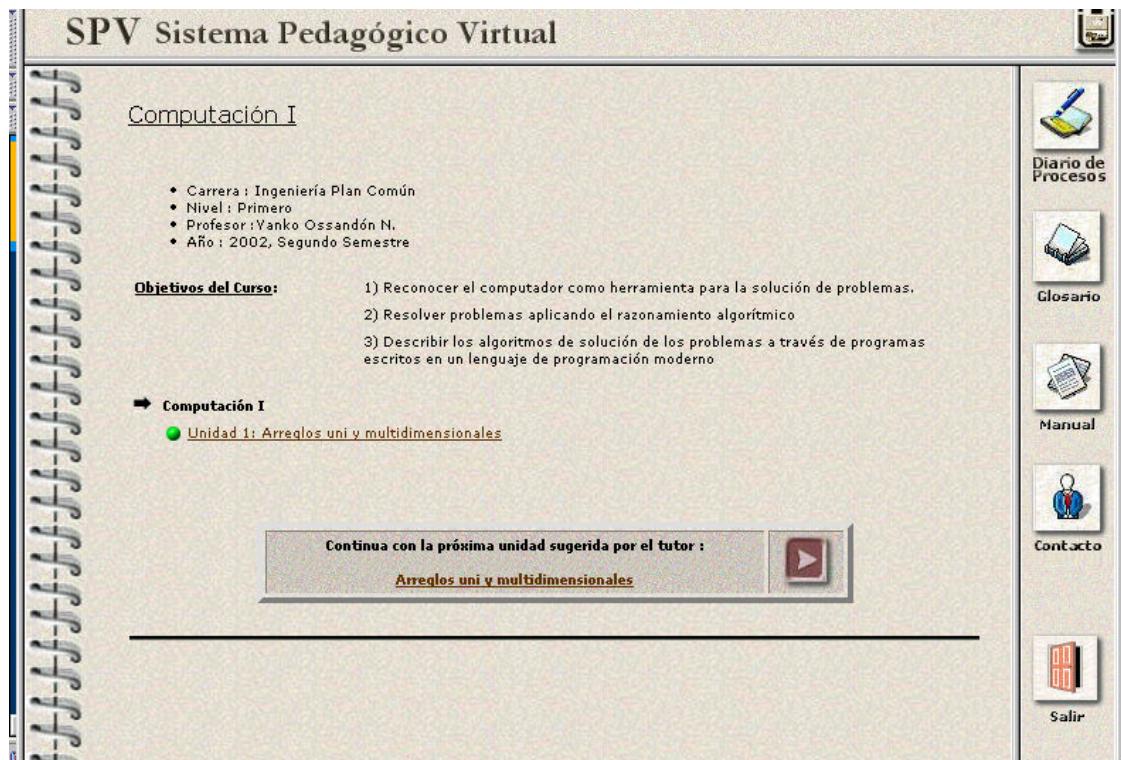


Fig. 4.- Interfaz de trabajo del alumno

FUNDAMENTACIÓN PEDAGÓGICA DEL APRENDIZAJE

Lo que se aprende por sí mismo, como respuesta a una motivación autogenerada, tiene un efecto más profundo y significativo que el aprendizaje impuesto desde el exterior al individuo. No obstante, ambos contribuyen a la construcción del conocimiento y de valores, según lo explicita Piaget y los teóricos del constructivismo [2]. El constructivismo aporta una variedad de perspectivas sicológicas y filosóficas, incluyendo las de Piaget, Bruner, Vygotsky y Dewey. Nuestro sistema educacional, basado en los postulados de la psicología cognitiva y en las estrategias de enseñanza-aprendizaje que incorporan nuevas tecnologías a la educación, pronto pondrá en la universidad alumnos que han accedido a entornos educativos muy diferentes a los entornos clásicos tradicionales donde el modelo de comunicador y de único conocedor de la verdad del profesor universitario comunicador no funcionará. Pensamos entonces que la enseñanza mediante ambientes educativos flexibles puede iniciar la etapa de transición a entornos modernos de aprendizaje de

enseñanza y de evaluación [7], y suplir esta deficiencia; de ser así, estaríamos en condiciones de formular una propuesta sobre el aprendizaje interactivo con uso de multimedia, que incluya la evaluación del autoaprendizaje.

OBJETIVOS GENERALES DEL SPV PROUESTO

El proyecto propone:

- comprobar la efectividad del aprendizaje interactivo a través de un ambiente educativo creado para ese efecto en la WEB, en disciplinas de carreras de Ingeniería.
- desarrollar un método de evaluación de los logros educativos, válido para el aprendizaje no presencial dado que es esencial para mejorar la calidad del aprendizaje a distancia.
- analizar los resultados de la aplicación del método propuesto, a fin de teorizar sobre la factibilidad de su empleo como alternativo al tradicional.

La Unidad Didáctica

La planificación de las unidades didácticas involucró un diagnóstico, la formulación de objetivos e indicadores de éxito, la definición de contenidos (qué enseñar), la metodología (el cómo enseñar), y la oportunidad (en qué momento o secuencia del tiempo). Lo mismo respecto de la evaluación (qué cómo y cuándo evaluar).

Respecto del qué enseñar, consideramos que los contenidos no se justifican por sí solos, por tanto incluimos aquellos que nos ayudarían a desarrollar las capacidades que queríamos lograr en los alumnos, y para ello el criterio de pertinencia fue fundamental. Respecto del tipo de contenido, se trató de encontrar un equilibrio entre contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, porque se debe distinguir las actividades conducentes a enseñar un concepto, de aquellas conducentes a enseñar un proceso o una actitud.

En relación a la oportunidades, es decir, a la secuencia del aprendizaje fue preciso determinar los prerrequisitos de cada componente de la unidad pedagógica, como una exigencia del SPV que cautela muy bien este aspecto, pues es una variable utilizada por el tutor inteligente para sugerir futuros cursos de acción. A pesar de ello, el alumno puede salirse de la secuencia y si cumple las actividades que enfrenta, el tutor puede dar por inferido los prerrequisitos soslayados.

La evaluación es continua y se realiza a medida que se desarrolla la unidad didáctica.

Estructura de la Unidad Didáctica tal como fue presentada a los alumnos.

Nombre de la Unidad	:	Arreglos Uni y Multidimensionales
Carrera	:	Ingeniería Plan Común
Asignatura	:	Computación I
Nivel	:	Primero

Descripción de la Unidad

En análisis y diseño de ingeniería existen varias situaciones en las cuales se usan subíndices, porque otras soluciones alternativas, resultarían mucho menos eficientes. Es importante estructurar los datos así como usar estructuras de control en el desarrollo de programas correctamente estructurados.

En esta unidad lo invitaremos a comprender el uso de los arreglos unidimensionales para almacenar, ordenar y buscar en tablas de valores, para lo cual Ud. deberá utilizar las técnicas fundamentales de clasificación y

búsqueda, y su implementación mediante arreglos. Asimismo, aprenderá a resolver problemas del álgebra matricial mediante la utilización de arreglos multidimensionales, cuya manipulación computacional facilita enormemente trabajo de cálculo que su tratamiento exige.

Conocimientos Previos

Para lograr un aprendizaje más eficaz de esta unidad usted debiera estar en conocimiento de los siguientes aspectos:

- Formulación de algoritmos
- Desarrollo de programas estructurados en C++
- Diseño y programación de Funciones

Objetivos de Aprendizaje

Objetivos generales

- Conocer el concepto de la estructura de arreglos de datos.
- Comprender el uso de los arreglos para almacenar, ordenar y buscar tablas de valores.
- Comprender como declarar, inicializar y como referirse a los elementos individuales de un arreglo.
- Escribir programas en C++ que utilicen arreglos unidimensionales
- Utilizar arreglos como parámetros de funciones
- Comprender y utilizar algunas técnicas básicas de clasificación

Objetivos específicos

- Determinar cuándo es necesario utilizar arreglos de datos.
- Saber declarar el tamaño de un arreglo y saber contolar los límites del arreglo.
- Saber pasar arreglos y elementos individuales de arreglos a funciones
- Saber como ordenar arreglos
- Saber como buscar información almacenada en arreglos: búsqueda lineal, búsqueda binaria, arreglos ordenados y arreglos desordenados.
- Saber referenciar correctamente los elementos de un arreglo de varios índices.
- Saber inicializar y manipular arreglos multidimensionales.

Tipos de Conocimiento

Conocimientos Conceptuales

- Arreglo unidimensional

- Arreglo multidimensional
- Índice de un arreglo
- Límites de un arreglo
- Referenciar un arreglo

Conocimientos procedimentales

- Leer e imprimir arreglos
- Manipular arreglos uni y multidimensionales
- Escribir programas que utilicen arreglos

Conocimientos actitudinales

Valorar la claridad en el programa. Algunas veces será preferible sacrificar una utilización más eficiente de memoria o de tiempo de procesador en aras de escribir programas más claros.

Contenido

- Arreglos
- Declaración de arreglos
- Ejemplos utilizando arreglos
- Cómo pasar arreglos a funciones
- Búsqueda en arreglos
- Arreglos multidimensionales

Actividades

- Guía para el alumno 1
- Guía para el alumno 2
- Guía para el alumno 3
- Guía para el alumno 4
- Guía para el alumno 5
- Guía para el alumno 6
- Evaluación sumativa

ELEXPERIMENTO

Nos concentraremos en el primero de los objetivos del proyecto, para lo cual se diseño el siguiente plan de procesamiento de la información:

Poblaciones

Las poblaciones en estudio están constituidas por alumnos, que cursan asignaturas, de carreras de la Universidad de Tarapacá (Arica, Chile). En particular, este informe contiene los resultados del experimento aplicado a alumnos del curso Computación I, para uno de los temas contenidos en el programa. De acuerdo al objetivo general del proyecto, se definen dos poblaciones: alumnos tratados mediante “Pedagogía Virtual” (PV) y mediante “Pedagogía Presencial” (PP).

Muestras

En cada una de las dos poblaciones señaladas, se eligieron muestras aleatorias, de 9 alumnos. Se tuvo especial cuidado de que el perfil de los alumnos elegidos en ambas muestras fuera lo más homogéneo posible, en lo que se refiere a aspectos como: el nivel en que se encuentran dentro de la Carrera, su rendimiento actual, su nivel de conocimientos computacionales, la disposición a participar responsablemente en el experimento, la edad, etc.

Experimento

El experimento consistió en desarrollar una Unidad, de la Asignatura Computación I, en cada uno de los dos grupos muestrales, usando la metodología pedagógica correspondiente, es decir, Pedagogía virtual y Pedagogía presencial. El rendimiento de cada alumno, en su grupo, fue evaluado mediante puntajes de 1 a 7. Estos puntajes constituirán la variable en estudio.

Supuestos, Confiabilidad y nivel de significación.

Partiendo de la base que las muestras provienen de poblaciones normales independientes, los parámetros son ***m*** y ***S***. Donde:

m es el Puntaje Promedio Verdadero.

S es la Desviación Típica Verdadera del Puntaje.

Para la investigación se asume una Confiabilidad del 95 % y un Nivel de Significación del 5 %, en las pruebas de hipótesis relacionadas con los parámetros.

Resultados, inferencias y conclusiones

Los resultados muestrales obtenidos fueron los siguientes :

$$\begin{aligned} n_p &= 9 & \bar{x}_p &= 4,33 & s_p &= 1,32 \\ n_v &= 9 & \bar{x}_v &= 4,06 & s_p &= 0,68 \end{aligned} \quad (1)$$

donde : *p* indica pedagogía presencial
v indica pedagogía virtual

Homocedasticidad

Para el supuesto de homocedasticidad, se obtuvo el siguiente intervalo de confianza del 95 % (2)(3).

$$\begin{aligned} IC(\sigma_p^2 / \sigma_v^2) &= (L_{\text{inf}}; L_{\text{sup}}) \\ L_{\text{inf}} &= (S_p^2 / S_v^2) \frac{1}{F(0,975;8/8)} = 0,85 \\ L_{\text{sup}} &= (S_p^2 / S_v^2) F(0,975;8/8) = 16,6 \end{aligned} \quad (2)$$

De lo anterior se concluye que,

$$\text{Probabilidad}(0,85 \leq \sigma_p^2 / \sigma_v^2 \leq 16,69) = 0,95 \quad (3)$$

Como se vé, este intervalo de confianza (3) contiene el valor 1, lo cual significa la factibilidad que, $S_p^2 / S_v^2 = 1$, de aquí se deduce que, $S_p^2 = S_v^2$.

Por lo tanto, se cumpliría el supuesto de homocedasticidad o de igualdad de las varianzas verdaderas.

Diferencia entre rendimientos promedios

Planteamiento de las hipótesis.

$$H_0 : \mathbf{m}_p = \mathbf{m}_v \quad \text{versus}$$

$$H_1 : \mathbf{m}_p \neq \mathbf{m}_v$$

Estadística de Prueba, suponiendo H_0 cierta.

$$t_o = \frac{\bar{x}_p - \bar{x}_v}{\sqrt{\frac{(n_p-1)S_p^2 + (n_v-1)S_v^2}{n_p + n_v - 2} \left(\frac{1}{n_p} + \frac{1}{n_v} \right)}} \quad (4)$$

$$t_o = \frac{4,33 - 4,06}{\sqrt{\frac{8(1,7424 + 0,4624)}{16 + 9}}} = 0,55 \quad (5)$$

Región de Rechazo de H_0 , para un nivel de significación $\alpha = 5\%$.

$$\begin{aligned} t_{CRIT} &= t(1 - \alpha/2; n_p + n_v - 2) = \\ &t(0,975; 16) = 2,12 \end{aligned} \quad (6)$$

Por lo tanto, la región de rechazo de la hipótesis nula es,

$$RRH_o = \{t / t \leq -2,12 \text{ o } t \geq 2,12\} \quad (7)$$

Decisión

La estadística de prueba $t_o = 0,55$ no está en la región de rechazo de H_0 (5)(6); por lo tanto, la hipótesis nula no se rechaza, al nivel de significación del 5 %.

Conclusión

La evidencia estadística muestra que, en promedio, los rendimientos por alumno serían equivalentes, ya sea que se aplique la metodología presencial o la pedagogía virtual.

Prueba No Paramétrica Alternativa

La prueba W, no paramétrica, de suma de rangos, nos da una alternativa libre de distribución; es decir, sin necesidad de asumir que las poblaciones en estudio sean normales.

Hipótesis.

$$\begin{aligned} H_0 : \mathbf{m}_p = \mathbf{m}_v \\ \text{versus} \\ H_1 : \mathbf{m}_p \neq \mathbf{m}_v \end{aligned} \quad (8)$$

Estadística de prueba, suponiendo H_0 cierta.

$$T_o = \sum Rangos(v) = 74,5 \quad (9)$$

Región de rechazo de la hipótesis nula H_0 .

$$RRH_o = \{T / T \leq 63 \text{ o } T \geq 108\} \quad (10)$$

Decisión

La estadística de prueba T_o no pertenece a la RRH_o , (10) porque es mayor que el valor crítico inferior 63, y menor que el valor crítico superior 108. Luego la hipótesis nula H_0 no se rechaza, al nivel de significación del 5 %.

CONCLUSIÓN

El trabajo educativo interactivo, asociado al Sistema Pedagógico Virtual, implica para el alumno la posibilidad cierta de aprendizaje que, por lo menos, daría como resultado un rendimiento equivalente a lo que se consigue a través de un Sistema Pedagógico

Presencial; lo cual, ha quedado en evidencia en esta investigación.

Por otra parte la flexibilidad de los sistemas tutores inteligentes, junto con el desarrollo permanente de la tecnología computacional, darían a esta metodología una gran fortaleza.

El desafío es que dicha fortaleza se incremente, continuamente, con la implementación de nuevas estrategias de aprendizaje y, con técnicas de adaptación que se basen en la interacción con el alumno.

La posibilidad que tiene el alumno de acceder a un Sistema Pedagógico Virtual, representaría para el la gran ventaja de poder internalizar plenamente los contenidos que le entrega el sistema, ya que, el aprender por si mismo responde a su propia motivación.

En la actualidad, resulta relativamente fácil acceder a un equipo computacional y, por otra parte, un Sistema Pedagógico Virtual, representaría, para el alumno, la posibilidad de optimizar su tiempo cuando no existe la posibilidad de acceder a cursos sometidos a horarios rígidos.

Todo esto, agrega fortalezas al Sistema Pedagógico Virtual, proporcionando una alternativa atrayente para aquellos alumnos con imposibilidad de acceder a cursos implementados dentro de un Sistema Pedagógico Presencial.

forma de conseguir Sistemas Hipermedia Educativos. Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial. CAEPIA'95. Asociación Española Para la Inteligencia Artificial, AEPIA: Alicante, España, 1995.

- [7] C. F. Latchem, C. R. Latchem; Joint Author Lockwood. Staff development in open and flexible learning. Routledge.1998.
- [8] N. Muñoz; Creación de un Ambiente Hipermedial Adaptable para el Autoaprendizaje. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil en Computación e Informática. Universidad de Tarapacá, Arica – Chile, 1999.
- [9] M. Palloff, K. Pratt; Building Learning communities in Cyberspace: Effective strategies for the Online Classroom. Jossey -Bass Publishers. 1999.
- [10] T. A. Pérez y J. Gutiérrez; "Web Tutor. Un Sistema Hipermedia Adaptativo para la educación en WWW". Memorias del V Congreso Iberoamericano de Inteligencia Artificial, Iberamia 96.
- [11] H. Schweizer, Designing and teaching an on-line Course. Ed. Allyn and Bacon. USA, 1999.

REFERENCIAS

- [1] Peter Brusilovsky; "Methods and techniques of adaptive hypermedia" User Modeling and User Adapted Interaction, Vol.6, N° 2-3, pp. 87-129 Special issue on adaptive hypertext and hypermedia, 1996.
- [2] C.S. Coll; Aprendizaje Escolar y Construcción del Conocimiento. Editorial Paidós, Buenos Aires.
- [3] B. Fainholc; La interactividad en la educación a distancia. 1er Edn. Editorial Paidós, Buenos Aires, 1999.
- [4] R. M Gagné; Las condiciones del aprendizaje. 4º edn. Ed. Interamericana, México, 1987.
- [5] V. Guerra; Open and distance education in Latin America. UNAM . México, 1999 (documento de trabajo).
- [6] J. Gutiérrez, T. A. Pérez, P. Lopistéguy & I. Usandizaga, Sistemas Tutores Inteligentes: una