

8-2010

# Uso de Tecnologías de Información para la Mejora del Aprendizaje

Estela Lizbeth Muñoz Andrade

*Universidad Autónoma de Aguascalientes, [elmunoz@correo.uaa.mx](mailto:elmunoz@correo.uaa.mx)*

Juan M. Gómez Reynoso

*Universidad Autónoma de Aguascalientes, [jmgr@correo.uaa.mx](mailto:jmgr@correo.uaa.mx)*

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/amcis2010>

---

## Recommended Citation

Muñoz Andrade, Estela Lizbeth and Gómez Reynoso, Juan M., "Uso de Tecnologías de Información para la Mejora del Aprendizaje" (2010). *AMCIS 2010 Proceedings*. 474.

<http://aisel.aisnet.org/amcis2010/474>

This material is brought to you by the Americas Conference on Information Systems (AMCIS) at AIS Electronic Library (AISEL). It has been accepted for inclusion in AMCIS 2010 Proceedings by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISEL). For more information, please contact [elibrary@aisnet.org](mailto:elibrary@aisnet.org).

# Uso de Tecnologías de Información para la Mejora del Aprendizaje

**Estela Lizbeth Muñoz Andrade**

Universidad Autónoma de Aguascalientes, México  
elmunoz@correo.uaa.mx

**Juan Manuel Gómez Reynoso**

Universidad Autónoma de Aguascalientes, México  
jmgr@correo.uaa.mx

## ABSTRACT

En los últimos años las Tecnologías de Información y Comunicación han tenido un fuerte impacto en los sistemas educativos, los cuales se enfrentan con el desafío de proveer a los estudiantes herramientas y conocimientos necesarios para la mejora del aprendizaje. Este artículo describe un estudio piloto realizado en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, con el programa educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales. El objetivo principal de este trabajo consiste en identificar si el uso de una herramienta multimedia-interactiva, especialmente diseñada para la enseñanza de estructuras de datos, puede ser una alternativa a los métodos de enseñanza tradicionales. Se aplicó un examen para evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante, así como para evaluar la calidad de la herramienta como lo marcan los criterios de la ingeniería de software. Los resultados muestran que la herramienta ayuda a aprender temas complejos como estructuras de datos, además cumple con aspectos de calidad.

## Palabras Clave

Tecnologías de información y comunicación, aprendizaje, multimedia, interactividad, estructura de datos.

## INTRODUCCION

El interés por el estudio del impacto de las TICs en el proceso enseñanza-aprendizaje esta aumentado progresivamente. Al mismo tiempo, la creciente incorporación de estas tecnologías en instituciones de educación superior hacen posibles nuevas formas de representación de la realidad, de comunicación y del conocimiento (Coll, Mauri, and Onrubia, 2008).

La adaptación y los cambios inherentes a la incorporación de las TICs al sistema educativo traen consigo la necesidad de cambios en actitudes y concepciones de los actores involucrados, como son los profesores y estudiantes; con la finalidad de mantener el ritmo de innovación y no permitir el uso inadecuado y sin sentido de estas herramientas (Coll et al., 2008).

El uso de las TICs en las universidades del país, específicamente, en el Estado de Aguascalientes, México ha sido uno de los principales factores de inducción al cambio y adaptación a nuevas formas de llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje, ya que están permitiendo al profesor superar el modelo de comunicación unidireccional sin descuidar la interacción humana que es de gran importancia (Barroso, 2007). De tal manera que los estudiantes no interactúan con interpretaciones prefabricadas de contenidos, sino que interactúan directamente con el conocimiento, mediante tareas por realizar, animaciones para observar, simulaciones, entre otros (Díaz and Hernández, 2001).

Este planteamiento supone situar los procesos de enseñanza y aprendizaje como una actividad conjunta (Coll et al., 2008; Newman, Griffin, and Cole, 1989). Desde esta perspectiva, la clave de la enseñanza y el aprendizaje reside en las relaciones que se establecen entre tres elementos que son esenciales: el contenido que es objeto de enseñanza y aprendizaje, la actividad educativa e instruccional del profesor y la actividad de aprendizaje de los estudiantes (Zhao, Pugh, and Sheldon, 2002).

Edwards & Mercer (Edwards and Mercer, 1998) explican que existen diversos tipos de herramientas tecnológicas, las cuales pueden actuar como herramientas de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje (software educativo, páginas Web, tutoriales, sistemas multimedia, entre otros), a la organización semántica de información (bases de datos, redes conceptuales, etc.), a la interpretación de información (hojas de cálculo, simulaciones, etc.), así como a la comunicación entre personas (correo electrónico, videoconferencia, mensajería instantánea, etc.).

Algunas herramientas como el software educativo se basan en la integración de texto, sonido, animación, videos, etc., los cuales son utilizados en forma individual por el estudiante, esto permite estimularlo de manera multisensorial adecuándose a su propio contexto educativo (Longreira and Martínez, 2000). El aprendizaje mediante TICs -como la multimedia- permite la interactividad y promueve la motivación, la eficiencia y la mejora del conocimiento en un entorno flexible, lo cual facilita el formar mejores estudiantes con las habilidades necesarias para aumentar sus conocimientos (Clark, 2002).

Marquès (Marquès, 2000) explica que una de las funciones educativas de las TICs es la enseñanza mediante multimedia, la cual permite al estudiante escribir, dibujar, realizar ejercicios interactivos, entre otros. Además, sugiere que la multimedia permite abrir un canal de comunicación interpersonal así como el intercambio de ideas y materiales de trabajo, además de que cumple con la función de ser un instrumento de información y de recursos (lúdicos, formativos, profesionales, etc.).

Otro aspecto importante de la multimedia es que tiene la función de ser una herramienta cognitiva que puede apoyar determinados procesos mentales de los estudiantes asumiendo aspectos de una tarea: memoria que le proporciona datos para comparar diversos puntos de vista, simulador donde probar hipótesis, entorno social para colaborar con otros, proveedor de herramientas que facilitan la articulación y representación de conocimientos (Marquès, 2000).

La multimedia tiene el potencial de revolucionar la forma de trabajar, aprender y comunicarse (Stemler, 1997). Aunque habitualmente la multimedia se relaciona con los sistemas tradicionales y con los sistemas de aprendizaje asistido, se puede argumentar que muchas de sus características son diferentes de los sistemas de presentación secuencial y la enseñanza basada en computadora, así como del hipertexto (Park and Hannafin, 1993a). Un estudio previo (Bagui, 1998) ha encontrado evidencia de que en algunos casos la multimedia basada en computadora ayuda a las personas a asimilar mejor la información, comparada con las clases en donde se emplean materiales tradicionales (pizarrón, gis, etc.)

Los materiales multimedia educativos se pueden clasificar en programas tutoriales, software de ejercitación, simuladores, programas interactivos, etc. (Martí, Ortega, and Verdejo, 2003; Warendorf, 1997) y estos pueden realizar múltiples funciones en los procesos de enseñanza/aprendizaje (Marquès, 2000), como la enseñanza de temas que son complejos para los estudiantes. Uno de estos temas son las estructuras de datos, debido a la dificultad que existe para capturar la naturaleza dinámica de los materiales asociados al tema (Karavirta, Korhonen, and Stalnacke, 2004).

El aprendizaje de las estructuras de datos se ha analizado bajo distintos enfoques y bajo el uso de diferentes tipos de herramientas (Del Puerto and Ruiz, 2002). Estudios previos acerca del tema se clasifican en base a su interactividad como tutoriales que permiten la navegación entre los contenidos mediante hipertexto (Martí-Oliet and Palomino, 2005; Warendorf, 1997), páginas Web que también permiten la navegación mediante hipertexto y además muestran imágenes en movimiento (Martí et al., 2003; Pita and Del Vado, 2007) y sistemas interactivos (Karavirta et al., 2004; Park and Hannafin, 1993b).

A pesar de que el tema del aprendizaje de estructuras de datos ha sido ampliamente estudiado en diferentes situaciones, al momento de nuestro estudio no encontramos evidencia de que exista un sistema multimedia interactivo específicamente diseñado para enseñar árboles binarios y que contenga alguna sección que proporcione retroalimentación al estudiante tal y como lo hace nuestra herramienta.

Dado lo descrito anteriormente y con el fin de saber si esta tecnología ofrece mejores resultados esta investigación busca identificar si el uso de una herramienta multimedia interactiva, especialmente diseñada para la enseñanza de las estructuras de datos es una herramienta que mejora los resultados comparado con los métodos de enseñanza tradicionales (enseñanza mediante pizarrón o mediante el manejo de páginas Web). Además, se busca que la herramienta cumpla con aspectos de calidad establecidos en la ingeniería de software.

## **METODOLOGIA**

Con el fin de conocer más sobre el tema previamente descrito, es importante indicar la pregunta de nuestra investigación: ¿El uso de una herramienta multimedia interactiva, especialmente diseñada para la enseñanza de las estructuras de datos, es una herramienta que mejora los resultados del aprendizaje de los estudiantes, comparado con los métodos de enseñanza tradicionales?, así como la hipótesis: El uso de una herramienta multimedia interactiva, especialmente diseñada para la enseñanza de las estructuras de datos, es una herramienta que mejora los resultados del aprendizaje de los estudiantes, comparado con los métodos de enseñanza tradicionales.

Para comprobar la hipótesis de este trabajo, se llevó a cabo un estudio exploratorio en la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México, en el cual se invitó a participar a 150 estudiantes del programa educativo de Ingeniería en Sistemas

Computacionales, de los cuales 35 accedieron a participar en el estudio piloto y 60 en una segunda etapa del estudio, el resto de los estudiantes no cumplió con los prerrequisitos.

Cabe señalar que se estableció como requisito para participar en el estudio, que el alumno hubiera aprobado la materia Programación y que tuviera conocimientos en diversos temas, tales como estructuras condicionales y de control, apuntadores y memoria dinámica, así como, conocimientos básicos de las estructuras de datos como arreglos. El perfil de estos estudiantes aseguró homogeneidad en sus conocimientos base, lo cual elimina el posible sesgo. Esto se aseguró verificando el kárdex de los alumnos que participaron en el estudio. La unidad de análisis de este trabajo es el tema de árboles binarios, el cual es visto en la materia de estructura de datos.

El estudio se realizó en dos etapas. La primer etapa consistió en realizar un estudio piloto para determinar si la herramienta multimedia interactiva específicamente diseñada para este experimento cumple con aspectos de calidad de software sugeridos en la literatura (Sangrá and González, 2002), además se realizó la validación de la herramienta a utilizar en la siguiente etapa.

La segunda etapa consistió en probar la herramienta multimedia interactiva para determinar si el estudiante mejora su aprendizaje en temas complejos como son las estructuras de datos, comparado con el uso de medios tradicionales. Para esta etapa se crearon dos grupos, y con el fin de evitar efectos debido a estilos de enseñanza, un solo profesor impartió el contenido de los materiales utilizados en ambos grupos, además de seguir con la misma secuencia de temas, de forma tal que se controlaron los posibles efectos relacionados con los materiales de estudio. Cabe señalar que ambos grupos estaban cursando de manera simultánea la materia de estructura de datos, y no tuvieron contacto durante el estudio, ya que están cursando la carga normal de materias en distintos turnos.

### Primer Etapa: Recolección de Datos

Para el estudio piloto del total de 35 estudiantes que en un inicio accedieron a participar, al final solo 25 de ellos participaron. Los participantes acudieron a un laboratorio de cómputo con equipos de iguales características y donde todos contaban con la herramienta multimedia instalada (ver Figura 1). A los estudiantes se les solicitó que utilizaran la herramienta por un lapso de 1 hora. Entre las actividades que debían realizar con la herramienta se encontraban la lectura de cada uno de los apartados, navegación por cada uno de los links de la herramienta, contestar los ejercicios que se proporcionan y probar la animaciones, entre otros, de manera que pudieran identificar aspectos como interacción y retroalimentación por parte de la herramienta, facilidad de comunicación, etc.

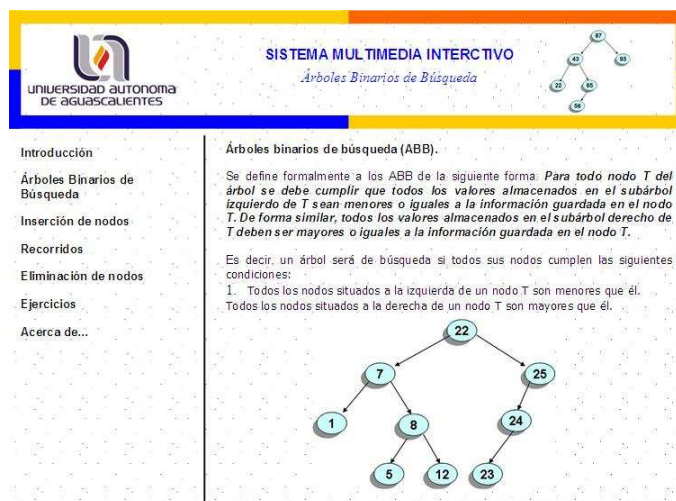


Figura 1. Pantalla del Sistema Multimedia Interactivo

Después del tiempo señalado, se les entregó a los participantes un instrumento, el cual estaba formado por 6 reactivos cerrados que median algunos elementos de calidad sugeridos en la literatura (Sangrá and González, 2002). La encuesta estaba diseñada con una escala que se evaluaba mediante las variables “siempre”, “casi siempre”, “a veces”, “casi nunca” y “nunca”,

las cuales se procesaron con una escala Likert con valores de 5 a 1, siendo 5 la variable “siempre” y 1 la variable “nunca”. La encuesta buscaba evaluar los puntos que muestra la Tabla 1.

- |  |
|--|
| 1. La herramienta facilita la interacción entre el usuario y computadora |
| 2. La herramienta proporciona la retroalimentación esperada              |
| 3. La herramienta permite el aprendizaje activo                          |
| 4. La herramienta permite la retroalimentación con rapidez               |
| 5. La herramienta mejora la comunicación profesor-alumno                 |
| 6. La herramienta mejora la comunicación alumno-alumno                   |

**Tabla 1. Aspectos de Calidad Evaluados en la Encuesta (adaptado de (Sangrá and González, 2002)**

Los participantes se mostraron interesados en utilizar la herramienta y contestar la encuesta. Al finalizar se les solicitó escribir sus comentarios sobre la herramienta multimedia interactiva. Los participantes comentaron que los colores del marco superior eran distractores, además se encontraron algunos errores en los links de la pantalla principal. Los errores y observaciones proporcionadas ya fueron tomadas en cuenta y se aplicaron en una segunda versión de la herramienta.

Con base a los resultados (ver Tabla 2) obtenidos de la encuesta que permitió evaluar los aspectos de calidad, se realizó una prueba de normalidad para determinar si la herramienta multimedia interactiva cumple con los aspectos de calidad sugeridos por la literatura (Sangrá and González, 2002).

	La herramienta facilita la interacción entre el usuario y computadora	La herramienta proporciona la retroalimentación esperada	La herramienta permite el aprendizaje activo	La herramienta permite la retroalimentación con rapidez	La herramienta mejora la comunicación profesor-alumno	La herramienta mejora la comunicación alumno-alumno
Válidos	25	25	25	25	25	25
Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media	4.40	4.24	4.56	4.88	4.00	3.20
Mediana	5.00	4.00	5.00	5.00	4.00	3.00
Moda	5	5	5	5	5	5
Desviación estándar	.816	.779	.712	.332	.913	1.555
Varianza	.667	.607	.507	.110	.833	2.417
Factor asimetría	-.899	-.463	-1.359	-2.491	-.357	-.289
Error est. factor asimetría	.464	.464	.464	.464	.464	.464
Kurtosis	-.852	-1.158	.525	4.563	-.949	-1.397
Error est. Kurtosis	.902	.902	.902	.902	.902	.902
Rango	2	2	2	1	3	4
Mínimo	3	3	3	4	2	1
Máximo	5	5	5	5	5	5
Suma	110	106	114	122	100	80

**Tabla 2. Datos Descriptivos de los Resultados de la Encuesta de Calidad**

Los resultados de la prueba de normalidad indicaron que la herramienta satisfacía cada uno de los aspectos de calidad mínimos requeridos para que pueda ser aplicada (ver Tabla 3). Esto significa que la herramienta se encuentra lista para ser utilizada en la segunda etapa del estudio.

Pregunta	Resultado Prueba Normalidad
La herramienta facilita la interacción entre el usuario y computadora	-8.99 $\leq \pm 2$ (0.464)
La herramienta proporciona la retroalimentación esperada	-0.463 $\leq \pm 2$ (0.464)
La herramienta permite el aprendizaje activo	-1.359 $\leq \pm 2$ (0.464)
La herramienta permite la retroalimentación con rapidez	-2.491 $\leq \pm 2$ (0.464)
La herramienta mejora la comunicación profesor-alumno	-3.57 $\leq \pm 2$ (0.464)
La herramienta mejora la comunicación alumno-alumno	-2.89 $\leq \pm 2$ (0.464)

**Tabla 3. Resultados de la Prueba de Normalidad**

Por otra parte, en esta prueba piloto también se realizó la validación de la herramienta a utilizar mediante un examen teórico/práctico que cubría los puntos a evaluar en la herramienta multimedia interactiva. A los datos recopilados también se les aplicó la prueba de normalidad para determinar si el instrumento estaba listo para ser aplicado en la segunda etapa del experimento. En la Tabla 4 se muestran los resultados.

Válidos	77
Perdidos	0
Media	7.1286
Mediana	.22413
Moda	7.3000
Desviación estándar	6.00
Varianza	1.96675
Factor asimetría	3.868
Error est. factor asimetría	-.597
Kurtosis	.274
Error est. Kurtosis	.061
Rango	.541
Mínimo	8.50
Máximo	1.50
Suma	10.00

**Tabla 4. Datos Descriptivos de la Validación de la Herramienta**

Una vez validados los instrumentos del estudio piloto se continuó con la segunda etapa del estudio.

### **Segunda Etapa: Prueba de la Herramienta Multimedia**

Esta etapa consistió en identificar el aprendizaje de los participantes, donde los 60 alumnos que habían accedido desde un inicio a colaborar con el estudio participaron. Los participantes fueron asignados a uno de dos grupos de 30 personas de manera aleatoria. El primer grupo fue de Control (GC) y el segundo grupo fue el grupo Multimedia (GM).

Ambos grupos recibieron la enseñanza de un mismo profesor, la diferencia se encuentra en que para el GC el profesor impartió la clase utilizando un material en formato .pdf y un proyector; este grupo tenía que tomar sus notas y contestar sus ejercicios en papel, además de tener que imaginar como funcionaban las estructuras de datos estudiadas ya que el material utilizado únicamente contaba con imágenes estáticas y las dudas fueron resueltas por el profesor.

Mientras que el GM, recibió la enseñanza a través de la herramienta multimedia interactiva. En este caso el profesor impartió la clase utilizando la herramienta como apoyo, el alumno tenía la libertad de avanzar a su ritmo, practicar y contestar ejercicios, tener retroalimentación por parte de la herramienta y analizar el funcionamiento de las estructuras de manera animada y con un audio que le explicaba el funcionamiento.

Para determinar si los participantes aprendieron el tema de estructura de datos (árboles binarios) mediante el uso de la herramienta multimedia, se les aplicó un examen escrito al inicio y al final del estudio a ambos grupos. Los exámenes estaban formados por una sección de teoría y una de práctica. La parte teórica evaluaba aspectos tales como conceptos de árboles (profundidad, grado, tipos de árboles, etc.); el puntaje máximo de la teoría era de 4 puntos. La parte práctica estaba formada por seis ejercicios que evaluaban aspectos como creación de un árbol, recorrido del árbol, y eliminación de nodos; el puntaje era de 6 puntos.

Es importante señalar que en esta etapa no se registró el tiempo utilizado por los participantes para contestar el examen y que la herramienta multimedia interactiva fue desarrollada por los autores de este estudio.

**RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Una vez que se terminó el estudio piloto que consistió en la recolección de datos a partir de los exámenes aplicados tanto para evaluar la calidad del instrumento como para evaluar si los contenidos de la herramienta multimedia eran los adecuados, se procedió a recopilar los datos de los exámenes aplicados a los participantes antes y después del uso de la herramienta, para determinar si la herramienta mejora el aprendizaje de los estudiantes.

La Tabla 5 muestra estadística descriptiva del grupo de control (GC) y del grupo multimedia (GM). Los exámenes fueron calificados en una escala de 0 a 10. La media en ambos grupos es similar antes de comenzar con el estudio.

Grupo		N	Media	Desviación Standard	Error Standard
Calificaciones Antes del Estudio	GC	30	5.6667	2.62394	.47906
	GM	30	5.0000	2.70376	.49364

**Tabla 5. Estadística Descriptiva antes del Estudio**

La Tabla 6 muestra la prueba t-test para los resultados. Se puede argumentar que ambos grupos tienen un comportamiento similar (p=.336), lo cual significa que tanto el GC como el GM eran homogéneos. Por lo que podemos asegurar que las diferencias entre ambos grupos fueron controladas.

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-colas)	Diferencia de medias	Error estándar de diferencia	95% Intervalo de Confianza de la diferencia	
								Bajo	Alto
Varianzas iguales asumidas	.065	.800	.969	58	.336	.66667	.68788	-.71028	2.04361
Varianzas iguales no asumidas			.969	57.948	.336	.66667	.68788	-.71030	2.04364

**Tabla 6. Resultados de la Prueba t-test antes del Estudio**

La Tabla 7 muestra la estadística descriptiva después del estudio. Estos resultados indican que ambos grupos después del estudio tienen distintos resultados. Este es un indicador de que existe diferencia significativa entre el grupo de control y el grupo multimedia, por lo tanto existe diferencia entre el aprovechamiento de ambos grupos.

Grupo		N	Media	Desviación Standard	Error Standard
Calificaciones Después del Estudio	GC	30	6.5333	1.53653	.28053
	GM	30	7.7200	.92490	.16886

**Tabla 7. Estadística Descriptiva Después del Estudio**

Por ultimo, se aplico nuevamente una prueba t a los datos obtenidos después del estudio, con la intención de conocer si existe diferencia significativa en el aprendizaje entre el uso de la herramienta multimedia interactiva y la enseñanza tradicional. La Tabla 8 muestra resultados positivos para nuestra hipótesis, indicando que si existe diferencia significativa en el aprovechamiento ( $p \leq 0.001$ ).

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-colas)	Diferencia de medias	Error estándar de diferencia	95% Intervalo de Confianza de la diferencia	
								Bajo	Alto
Varianzas iguales asumidas	16.058	.000	-3.624	58	.001	-1.18667	.32743	-1.84209	-.53124
Varianzas iguales no asumidas			-3.624	47.577	.001	-1.18667	.32743	-1.84517	-.52817

**Tabla 8. Resultados de la Prueba t-test Después del Estudio**

**CONCLUSIONES**

Nuestro estudio se dividió en dos etapas, donde en la primera etapa se realizó la validación de calidad y contenidos de la herramienta multimedia interactiva, que sería utilizada en la segunda etapa. En dicha etapa, se controlaron tantas variables como fue posible: contenidos de aprendizaje, uso de la misma tecnología y materiales de estudio, por lo que las diferencias fueron controladas. El grupo de control respondió la evaluación de manera escrita, mientras que el grupo multimedia lo hizo mediante el sistema interactivo.

Los resultados de nuestro estudio exploratorio parecen indicar que el grupo de control y el grupo multimedia no mostraron diferencias significativas en el rendimiento de los participantes bajo las condiciones específicas que se mencionan anteriormente.

En la segunda etapa, se evaluaron datos de exámenes aplicados a los participantes antes del experimento y la estadística descriptiva (t-test) muestra que ambos grupos no tienen diferencias significativas por lo que se puede interpretar que son similares y se encuentran en las mismas condiciones. Además, se analizaron los datos con la prueba Anova después del experimento, y los resultados muestran que existe diferencia significativa en el desempeño de los estudiantes que utilizaron la herramienta multimedia interactiva que fue especialmente diseñada para este estudio. Por lo anterior podemos afirmar que la herramienta multimedia puede ser utilizada de manera efectiva en la enseñanza de estructura de datos.

El campo multimedia se puede ver beneficiado con este tipo de estudios y diseño de herramientas específicamente diseñadas para la enseñanza de un tema en especial, ya que nuestra herramienta a diferencia de otras, ofrece la alternativa de ser usada como un apoyo al profesor y como apoyo a los métodos de enseñanza tradicional.

Cabe mencionar que para este estudio a pesar de que los participantes no mostraron gran interés en el uso de nuestra herramienta multimedia y este punto debe tomarse en cuenta para un futuro estudio. Pensamos que un nuevo estudio debería llevarse a cabo poniendo especial interés en una mayor motivación de los participantes. Asimismo, la participación del usuario final en el desarrollo de la herramienta multimedia será tomada en cuenta para una segunda versión de tal forma que la herramienta pueda ser mejorada.

Además, este estudio puede verse beneficiado realizando más estudios experimentales donde participen activamente los instructores de la materia y puedan darse cuenta que este tipo de herramientas pueden mejorar el rendimiento académico de sus estudiantes, también los estudios futuros deben tomar en cuenta la usabilidad, motivación del estudiante y diseño de interfaces, entre otros.



## REFERENCIAS

1. Bagui, S. (1998). Reasons for Increased learning using multimedia. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, 7(1), 16.
2. Barroso, R. (2007). La incidencia de las TIC en el fortalecimiento de hábitos y competencias para el estudio. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 23, 1-12.
3. Clark, D. (2002). Psychological myths in e-learning. *Medical Teacher*, 24, 598-604.
4. Coll, C., Mauri, T., and Onrubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación sociocultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10.
5. Del Puerto, M., and Ruiz, P. (2002). *DSTool: prototipo para la enseñanza, evaluación y depuración de estructuras de datos basados en mecanismos de reflexión estructural*, Congreso Iberoamericano Informática Educativa.
6. Díaz, F., and Hernández, G. (2001). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México.
7. Edwards, D., and Mercer, N. (1998). *El conocimiento Compartido: el desarrollo de la comprensión en el aula*. España.
8. Karavirta, V., Korhonen, L., and Stalnacke, K. (2004). *MatrixPro: A Tool for On-The-Fly Demonstration of Data Structures and Algorithms*. Paper presented at the Third Program Visualization Workshop, Helsinki University of Technology. Department of Computer Science and Engineering, Finland.
9. Longreira, C., and Martínez, P. (2000). *Efectos del software educativo tutorial en el aprendizaje de los estudiantes*. Paper presented at the V Congreso Iberoamericano de Informática Educativa, Viña del Mar, Chile.
10. Marquès, P. (2000). *Impacto de las TIC en educación: funciones y limitaciones*. Paper presented at the II Congreso Internacional Didáctica y Multimedia: "Enseñar, aprender e investigar con TIC", Barcelona, España.
11. Martí-Oliet, N., and Palomino, M. (2005). *A Tutorial on Specifying Data Structures in Maude*. Paper presented at the Electronic Notes in Theoretical Computer Science, Departamento de Sistemas Informáticos y Programación, Universidad Complutense de Madrid.
12. Martí, N., Ortega, Y., and Verdejo, A. (2003). Estructuras de datos y métodos algorítmicos: Ejercicios resueltos. In P. P. Hall (Ed.).
13. Newman, D., Griffin, P., and Cole, M. (1989). *The construction zone: working for cognitive change in school*. Cambridge, United Kingdom.
14. Park, I., and Hannafin, M. (1993a). Empirically based guidelines for the design of interactive multimedia. *Educational Technology Research and Development*, 41(3), 63-85.
15. Park, I., and Hannafin, M. (1993b). Empirically based guidelines for the design of interactive multimedia. *Education Technology Research and Development*, 41(3), 65-85.
16. Pita, I., and Del Vado, R. (2007). *Estudio de una experiencia de aprendizaje interactivo para la asignatura de estructura de datos*. Paper presented at the Jornada Campus Virtual UCM.
17. Sangrá, A., and González, M. (2002). La transformación de las universidades a través de las TIC: discursos y prácticas. In UOC (Ed.), *Educación y Sociedad en Red* (pp. 220).
18. Stemler, L. (1997). Educational Characteristics of Multimedia: A literature review. *Journal of Educational Multimedia and hypermedia*, 6(3/4), 339-359.
19. Warendorf, K. (1997). *ADIS-an Animated Data Structure Intelligent Tutoring System on theWWW*. Paper presented at the International Conference on Information, Communications and Signal Processing.
20. Zhao, Y., Pugh, K., and Sheldon, S. (2002). Conditions for classroom technology innovations. *Teachers College Record*, 104, 482-515.