

DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ALGORÍTMICO CON EL APOYO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE GENERATIVOS ALGORITHMIC THINKING DEVELOPMENT WITH GENERATIVE LEARNING OBJECTS SUPPORT

Dr. Martín Guerrero Posadas1
martin.guerrero@itslp.edu.mx

Dr. Javier García Orozco2
jgarcia@hiuniversity.com

⁽¹⁾Instituto Tecnológico de San Luis Potosí. Departamento de Sistemas y Computación. Av. Tecnológico, S/N Col. U.P.A, Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí, 78437 (México)

⁽²⁾Humboldt International University. 4000 West Flegler. 33134 Miami, Florida (EE.UU.)

El desarrollo del pensamiento algorítmico es una de las dificultades que los estudiantes confrontan cuando aprenden a programar; utilizar la estructura de selección y de control correcta es un gran reto. En la investigación se utilizaron objetos de aprendizaje generativos para el desarrollo del pensamiento algorítmico en el curso de fundamentos de programación ofrecido a los estudiantes de nuevo ingreso de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales. El enfoque metodológico de la investigación fue cuantitativo, con diseño cuasi-experimental por lo que se aplicó pretest y posttest. Los resultados obtenidos permitieron determinar que el beneficio de los objetos de aprendizaje generativos fue relevante. Palabras clave: Algoritmos, programación de computadoras, aprendizaje, E-learning.

Algorithmic thinking development is a difficulty that students have to confront when they learn programming the right use of selection and control structures is a big challenge. In this research were used generative learning objects for algorithmic thinking development in the programming foundations course that is offered to new students of computer systems career. Research methodological approach, was quantitative, quasi-experimental design and were applied pretest and posttest. The obtained results determined that the use of generative learning objects was relevant.

Key words: Algorithms, computer programming, learning, E-learning.

1. Introducción.

En los últimos años del siglo XX y en los primeros del siglo XXI la sociedad ha vivido la mayor transformación tecnológica que ha cambiado la forma de vida y las costumbres del mundo entero, debido a la aparición de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El mundo actual requiere de personas que además de tener una profesión, posean habilidades en tecnología, la cual es una herramienta potente y flexible para el aprendizaje, además motiva y ayuda a los estudiantes a aprender mejor (Macharia & Pelsler, 2014; Rabah, 2015). Los estudiantes se familiarizan cada vez más con los recursos de aprendizaje digitales, debido a que su uso se extiende cada vez más. Algunas de las características de las TIC que han ayudado a su crecimiento son su facilidad de adaptar un contenido individualizado, horario de acceso, fácil actualización de la información, pruebas en línea, estadísticas de uso y herramientas administrativas (Pastula, 2010).

En este mismo sentido Martínez (2011) afirmó que las TIC en el campo de la educación tienen un efecto transformador, innovador y hasta revolucionario. Además, subraya que han hecho una especie de parteaguas entre la educación tradicional y la educación con tecnología. Otra ventaja de las TIC es que permiten a los profesores y estudiantes recuperar información que no se encuentra fácilmente en los libros de texto, además propicia el trabajo colaborativo a distancia (Wang, Hsu, Revves & Coster, 2014).

La educación superior ha incorporado a su quehacer educativo las TIC con resultados que son cada día más visibles, de acuerdo con Caird y Lane (2015) el despliegue generalizado de las TIC basado en la infraestructura de las instituciones de

educación superior, tales como redes de área local inalámbricas, redes y servicios de computación en la nube y entornos virtuales de aprendizaje, ha permitido la experimentación en el uso de las TIC para mejorar la enseñanza, aprendizaje y evaluación, y para crear nuevas técnicas pedagógicas.

La influencia de las TIC en el aprendizaje de los alumnos ha sido significativa tanto en el modo en que estudian, aprenden, investigan, trabajan, se comunican e interactúan entre sí, así como en las estrategias que utilizan para la elaboración, producción, y construcción y adquisición de sus propios conocimientos. El propósito de las TIC es mejorar y transformar las prácticas pedagógicas, moviendo el proceso educativo hacia la pedagogía de índole constructivista, convirtiendo al alumno en un investigador activo y creador del conocimiento (Guerra, Hilbert, Jordan & Nicolai, 2008).

Cabero (2007) señala que una de las grandes características de las TIC es la capacidad para ofrecer una presentación multimedia, utilizando una diversidad de símbolos para la elaboración de los mensajes como imágenes estáticas, imágenes en movimiento, imágenes tridimensionales y sonidos, es decir, ofrecen la posibilidad de superar el trabajo exclusivo con códigos verbales, y pasar a otros medios audiovisuales y multimedia. En el ámbito educativo, las tecnologías de información se han hecho presentes por medio de los objetos de aprendizaje (OA), los cuales cada vez cobran una mayor presencia en las instituciones educativas.

1.1. Objetos de aprendizaje.

Una de las grandes aportaciones que han tenido las TIC a la educación es la integración de los contenidos multimedia a través de los OA (Torres, Cárdenas & Gutiérrez, 2006). Algunos autores señalan que el término OA fue nombrado por primera vez en 1992 por Wayne, a partir de aquí han surgido muchas definiciones, recientemente Kay (2012) los definió como herramientas interactivas que apoyan el aprendizaje de conceptos específicos mediante la mejora para guiar los procesos cognitivos de los alumnos. Este mismo autor agregó que el OA proporciona una andamiaje visual que ayuda a la disminución de la carga cognitiva, además aumenta la motivación y se enfoca en el proceso de aprendizaje, lo que lleva a experiencias de aprendizaje más productivas.

Así como se han desarrollado definiciones de los OA, también se han diseñado varias taxonomías de los OA con un enfoque pedagógico (Churchill, 2007; Muñoz Arteaga, et al., 2005, citado por Muñoz, Álvarez & Chan, 2007). En estas clasificaciones destaca un tipo de OA llamado objeto generativo con características más completas que contempla el aprendizaje de contenidos, procesos y evaluación. Este tipo de OA fue identificado por Boyle (2006) como objetos de aprendizaje generativos (Generative Learning Objects, GLO), los cuales integran en su diseño un grado de interacción alto, es decir, el alumno controla el tiempo y flujo de los contenidos, lo que tiene como resultado un impacto positivo en la cognición del estudiante.

Zapata (2009) determinó a los GLO como un conjunto de OA que lo tienen todo en común excepto a lo más unos valores de adaptación o de contextualización, asignables a unos parámetros definidos o decididos por

el usuario. Los objetos de aprendizaje deben de estar autocontenidos y pueden ser combinados para apoyar objetivos instruccionales individuales para usarlos en diferentes contextos (Alonso, López, Manriquez & Viñes, 2008). Mientras que para Cáceres (2009) los GLO son la personalización, adaptación y edición de cualquier objeto de aprendizaje.

Štuikys y Damaševičius (2008) agregaron que los GLO pueden ser ejecutados para producir OA basados en el diseño y que lleva a diseños de aprendizaje ejecutables. Además el contenido es altamente estructurado en piezas relacionadas llamadas unidades de OA, por ejemplo, unidades de aprendizaje, que son generados en demanda a través de la especificación de valores de metadatos por el usuario (Štuikys y Brauklyte, 2009).

1.2. Planteamiento del problema.

La programación es una de las competencias principales que los ingenieros y estudiantes en ciencias de la computación esperan desarrollar (Verdú et al., 2012). Para López (2011) la programación es el proceso de codificar el algoritmo que solucionará el problema utilizando un lenguaje de programación. De igual forma Ruíz (2013) señaló que la práctica de la programación no requiere únicamente del conocimiento de la sintaxis del lenguaje seleccionado para escribir programas, sino de razonamiento, lógica y capacidad para especificar de manera detallada, un conjunto de instrucciones que den solución a un problema determinado, lo que se conoce como el pensamiento algorítmico. El término pensamiento algorítmico es la habilidad de ejecutar, evaluar, entender y crear procedimientos computacionales, para poder desarrollar la

competencia del pensamiento algorítmico se debe de entender y ejecutar un procedimiento paso por paso y poder crear nuevos algoritmos (Katai, 2015; Lamagna, 2015).

El problema que se presenta en el aprendizaje de la programación es que los estudiantes que programan por primera vez tienen poca habilidad para desarrollar algoritmos de mediana o alta complejidad, tampoco logran desarrollar un modelo viable o estructura que permita resolver el problema y poseen insuficiente experiencia en el manejo del lenguaje de programación (Ferreira & Rojo, 2005; Teague, 2011). También otra de las razones es la falta de motivación, lo que ha dado como resultado un problema significativo en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias computacionales (Han, Lee & Lee, 2010).

En el ámbito de la presente investigación el problema que se establece es que los estudiantes del primer semestre de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales no demuestran el desarrollo pleno de la competencia del pensamiento algorítmico del curso de fundamentos de programación, lo anterior se determina porque en el tema del desarrollo del pensamiento algorítmico se presentan los resultados con mayor índice de reprobación.

Con base en la problemática planteada en el párrafo anterior se establece como propósito de la investigación evaluar la efectividad de los GLO sobre la adquisición de las competencias relacionadas con el pensamiento algorítmico de los alumnos del curso de fundamentos de programación. Los objetivos específicos planteados son:

a. Determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa en cuanto al nivel de efectividad logrado por los alumnos que usaron los objetos de aprendizaje

generativos (GLO) con respecto a los alumnos que no usaron dichos objetos en un curso de fundamentos de programación.

b. Determinar el nivel de calidad percibido por los estudiantes sobre los objetos de aprendizaje generativos con respecto a su utilidad para el logro de las competencias del curso de fundamentos de programación.

c. Establecer el nivel de usabilidad de los objetos de aprendizaje generativos para la adquisición de las competencias del pensamiento algorítmico del curso fundamentos de programación.

2. Metodología.

Para dar respuesta a las preguntas de investigación se utilizó un diseño cuasiexperimental, con dos grupos, uno experimental y otro de control. Se aplicó un pretest a ambos grupos, mientras que los GLO fueron utilizados solamente por el grupo experimental, al finalizar el tratamiento se aplicó un postest a ambos grupos. Hernández, Fernández y Baptista (2010) señalaron que en la investigación cuasiexperimental el investigador no puede seleccionar a los sujetos participantes, en los grupos experimental y de control se utilizan grupos intactos, lo que sí se puede controlar es elegir al grupo que recibirá el tratamiento, además cuándo llevar a cabo las observaciones y cuándo aplicar el tratamiento o variable independiente.

2.1. Participantes.

La población de esta investigación fueron estudiantes de primer semestre de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales. La edad de los estudiantes se encuentra entre

Métrica	Significado
N/S	No Sabe
1	Muy en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	De acuerdo
4	Muy de acuerdo

Tabla 1. Rango para valorar la confiabilidad de la herramienta (Morales, 2007).

los 18 y los 25 años, históricamente han ingresado un 68% de hombres y un 32% de mujeres. La muestra fueron dos grupos intactos de primer semestre de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales. Un grupo recibió el tratamiento experimental y el otro no, los grupos fueron comparados en el postest para analizar si el tratamiento tuvo un efecto sobre la variable dependiente.

2.2. Instrumentos.

Para llevar a cabo la investigación se utilizaron dos instrumentos. El primer instrumento es el «Cuestionario para medir la percepción y la usabilidad», fue desarrollado y utilizado por Morales (2007). Este cuestionario consta de 21 ítems agrupados en las categorías psicopedagógica, didáctico-

curricular y de usabilidad. De acuerdo con Morales (2007) el objetivo de los criterios pedagógicos es evaluar las características educativas que debe contener cualquier contenido de enseñanza para el logro de aprendizajes, ya sea en aspectos relacionados a los estudiantes o al currículum. Los criterios pedagógicos se dividen en psicopedagógicos y didáctico-curriculares.

La parte psicopedagógica contempla los criterios de capacidad de motivación, adecuación a los destinatarios, interactividad y creatividad. Mientras que la parte didáctico-curricular presenta criterios para determinar si el OA es adecuado para lograr los objetivos curriculares. Con respecto a la usabilidad Morales (2007) señaló que el diseño del OA es un factor muy importante para evaluar su calidad. El OA puede ser de muy buena calidad

Estadística	Grupo Control n=21		Grupo Experimental n=27	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
Media	27.68	64	23.55	76.52
Desviación Estándar	12.98	15.58	11.36	9.62

Tabla 2. Resultados del grupo de control y experimental en el pretest y postest.

en cuanto a contenidos y estar pedagógicamente bien estructurado, sin embargo, si el diseño de la interfaz entorpece la interacción, puede terminar por desmotivar al usuario y disminuir su nivel de atención.

Para determinar la confiabilidad y validez del instrumento Morales (2007) utilizó el método de criterio de jueces, participaron ocho expertos en pedagogía y dos en diseño de materiales web. El ejercicio consistió en determinar el grado de acuerdo con los criterios planteados y sugerencias de mejora. Para valorar cada uno de los criterios se estableció un rango que comprende una valoración numérica del 1 al 4, tal como muestra la Tabla 1. En caso de que el experto no conozca el criterio existe la opción N/S (No Sabe), ya que en caso de ser 0 no interfiera en la evaluación final.

La valoración final que el criterio de los expertos le dio al instrumento en el aspecto: (a) psicopedagógico fue 3.7, (b) didáctico-curricular fue 3.7 y (c) de usabilidad fue de 3.6. Se concluyó que los jueces estuvieron muy de acuerdo con el instrumento de evaluación.

El segundo instrumento «Evaluación de las competencias del pensamiento algorítmico» se compone por seis preguntas cerradas y dos ejercicios de desarrollo de algoritmos, ha sido aplicado durante varios semestres y los resultados obtenidos por los estudiantes han demostrado ser consistentes y coherentes, por lo tanto, cada una de las preguntas y

ejercicios cumplen con los requerimientos de confiabilidad y validez que refieren al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales (Creswell, 2003; Hernández et al., 2010). El investigador y los docentes que imparten la materia de fundamentos de programación han confirmado la confiabilidad de acuerdo al coeficiente Alpha de Cronbach en 0.84 utilizando para ello una muestra de 100 sujetos. Este valor muestra que el instrumento tiene una consistencia interna aceptable y refleja un alto grado de confiabilidad.

3. Resultados.

3.1. Efectividad de los GLO.

Para medir la efectividad de los GLO se compararon las medias de los grupos experimental y de control, antes y después del experimento. Además se realizó un análisis de medias de los grupos experimental y de control con la Prueba t de Student utilizando el software SPSS Statistics ver. 20.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de las medias y la desviación estándar obtenidas por los grupos experimental y de control antes y después del experimento. La diferencia que se presenta en las medias en el pretest y postest en ambos grupos es significativa.

Con el objetivo de examinar si los resultados del pretest del grupo experimental

Grupo	N	\bar{X}	s	gl	Sig.	Sig. (bilateral)
Experimental	27	23.556	11.3589	46	.861	.247
Control	21	27.681	12.9768			

Tabla 3. Prueba t-test del grupo de control y experimental en el pretest.

	Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de medias			
	para la igualdad de					
	varianzas					
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>t</i>	<i>gl</i>	Sig. Bilateral	Diferencias de medias
Prom: Se han asumido varianzas iguales	5.779	0.20	3.410	46	.001	12.519
No se han asumido varianzas iguales			3.217	31.345	.003	12.519

Tabla 4. Resultado de la prueba t de Student.

son significativamente más altos que los del grupo de control, se aplicó la prueba t-test para muestras independientes. Como se muestra en la Tabla 3 ($p=.861$) lo que indica que no existen diferencias entre las varianzas. Además, el análisis bilateral (Sig. Bilateral=.247) es mayor que 0.05 se acepta la hipótesis que la medias de los grupos experimental y de control no son significativamente diferentes en el pretest.

De igual forma se llevó cabo el análisis de medias de los grupos experimental y de control utilizando la prueba t-test. Uno de los resultados que arroja la prueba t en el software SPSS es la prueba de Levene para determinar la igualdad de varianzas, en esta investigación el valor de la varianza es de 0.020 ($p=0.020$), cuando ($p<0.05$) significa que las varianzas no son homogéneas, por lo que para realizar el análisis se tomaron los datos que se encuentran en la segunda fila de la Tabla 4. El

estadístico t toma el valor de 3.217 y tiene asociado un nivel crítico bilateral de 0.03. El nivel bilateral nos indica sobre el grado de compatibilidad existente entre la diferencia de las medias de ambos grupos y la hipótesis nula de que las medias sean iguales. Puesto que el análisis bilateral (Sig. Bilateral=0.03) es menor que 0.05 se rechaza la hipótesis de igualdad de medias y se observa que las medias del grupo experimental y del grupo control son diferentes. Por lo tanto, se concluye que hay una mayor efectividad en el promedio del postest del grupo experimental.

Con el mismo propósito de verificar si existen diferencias significantes entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes del grupo experimental entre pretest y el postest, se aplicó la prueba t-test para muestras emparejadas (véase Tabla 5). La media obtenida por el grupo experimental en

Grupo	Instrumento	N	\bar{X}	s	df	t	p
Experimental	Pretest	27	23.55	11.36	26	23.098	0.000
	Postest	27	76.52	9.62			

Tabla 5. Resultado de la prueba t de Student.

el postest ($\bar{x}=76.52$, $s=9.62$) fue significativamente más alta que la obtenida en el pretest ($\bar{x}=23.55$, $s=11.36$)

Aunque no se muestra una diferencia significativa entre las medias de los resultados del grupo de control y el experimental al inicio del estudio, y que ambos grupos incrementaron significativamente las medias después del tratamiento, se puede observar que los resultados del grupo experimental en el postest fueron un poco más altos que los del grupo de control.

3.2. Nivel de calidad y usabilidad de los GLO.

Para determinar el nivel de calidad y de usabilidad percibido por los estudiantes para el desarrollo del pensamiento algorítmico se proporcionó a los estudiantes del grupo experimental el cuestionario para medir la percepción y la usabilidad. La información obtenida de las respuestas de los estudiantes fue analizada a través de estadística descriptiva. Los resultados de media y desviación estándar de cada pregunta y los totales de cada constructo se muestran en la Tabla 6.

La media de las preguntas relacionadas a los aspectos psicopedagógicos (ítem 1 a 3) fue de 4.16 ($s=.73$) en una escala de 5 puntos. Este resultado indica que los estudiantes percibieron que las características de los GLO fueron importante en su motivación y que se establezca claramente la forma en la que el estudiante participará. La media de las preguntas relacionadas con los aspectos didáctico-curriculares (ítem 4 a 10) fue de 3.92 ($s=.79$). En este apartado la pregunta mejor valorada fue la referente a las actividades significativas para el aprendizaje del estudiante ($=4.26$), por el contrario la que

obtuvo el valor más bajo fue la relacionada con las auto-evaluaciones ($=3.48$). Por último las preguntas relacionadas con los aspectos de usabilidad (ítem 11 a 21) fueron las que obtuvieron el valor más bajo ($=3.78$). Se puede concluir que los GLO. De acuerdo al rango para valorar la calidad de los GLO establecido por Morales (2007) los aspectos psicopedagógicos, didáctico-curriculares y de usabilidad fueron valorados por los estudiantes en un nivel alto.

4. Discusión.

El propósito de esta investigación fue medir la efectividad de los GLO para el desarrollo de las competencias del pensamiento algorítmico, para lograr el objetivo, se evaluó la calidad de los GLO comprendida en los aspectos psicopedagógicos, didácticos-curriculares y de usabilidad de los GLO. De la misma manera, se analizó la efectividad que tuvieron los GLO en el desempeño académico de los estudiantes.

4.1. Efectividad de los GLO.

Para determinar la efectividad de los GLO en la adquisición de las competencias del pensamiento algorítmico se utilizó la prueba t de Student para comparar las medias de los grupos experimental y de control. El resultado de esta prueba concluyó que los estudiantes del grupo experimental tuvieron un mejor desempeño académico que los estudiantes del grupo de control. Este resultado apoya la idea de uno de los principales intelectuales a favor del uso de los medios para lograr el aprendizaje, Robert Kozma. Este investigador sostiene que los medios tienen un papel importante en el aprendizaje y que son

Ítem	Pregunta	N	\bar{X}	S
1	Me mantuve motivado durante la interacción con el Objeto de Aprendizaje	27	4.07	.68
2	El nivel de dificultad de los contenidos fue adecuado a mis conocimientos previos	27	4.22	.80
3	Se ha explicado claramente mi participación en el Objeto de Aprendizaje	27	4.19	.74
Total aspectos psicopedagógicos		27	4.16	.73
4	La descripción de los contenidos ha sido adecuada	27	4.07	.78
5	He alcanzado los objetivos propuestos en el Objeto de Aprendizaje	27	3.74	.86
6	Los contenidos han sido consistentes	27	4.04	.71
7	Las actividades han sido claras y significativas para mi aprendizaje	27	4.26	.71
8	Se han reforzado los contenidos a través de auto-evaluaciones	27	3.48	.85
9	El tiempo destinado a la interacción con el Objeto de Aprendizaje ha sido adecuado para lograr los objetivos propuestos	27	3.93	.78
10	El nivel de interactividad del Objeto de Aprendizaje ha sido adecuado para lograr los objetivos	27	3.89	.70
Total aspectos didáctico-curriculares		27	3.92	.79
11	El texto que presenta el Objeto de Aprendizaje es conciso y preciso	27	4.30	.82
12	El tipo y tamaño de letra fue adecuado para la lectura	27	4.07	1.14
13	Los colores de las páginas Web del Objeto de Aprendizaje son agradables a la vista	27	3.89	.85
14	La información que contienen las páginas Web del Objeto de Aprendizaje están bien organizadas	27	4.31	.68
15	Las imágenes empleadas en el Objeto de Aprendizaje me ayudaron a aclarar los contenidos	27	2.44	.65
16	Las animaciones utilizadas están justificadas	27	4.04	.77
17	El sonido que se presenta en el Objeto de Aprendizaje no constituye un elemento distractor	27	2.31	1.05
18	El o los videos que presenta el Objeto de Aprendizaje me ayudaron a aclarar los contenidos	27	3.54	1.06
19	La página de inicio del Objeto de Aprendizaje presenta un directorio con los contenidos e hipervínculos para su acceso	27	4.15	.68
20	La navegación del Objeto de Aprendizaje es intuitiva	27	4.12	.67
21	En cualquier momento era posible saber dónde me encontraba	27	4.35	.69
Total aspectos de usabilidad		27	3.78	1.26

Tabla 6. Estadística descriptiva de las respuestas de los estudiantes para evaluar los GLO.

considerados como un componente integral del diseño instruccional (Kozma, 2001).

Los resultados obtenidos de esta investigación también coinciden con los obtenidos por Derya y Yýldýrým (2014), quien manifestó que los estudiantes creen que los objetos de aprendizaje facilitaron su aprendizaje, además, sintieron que usar los OA fue más benéfico en términos de aprendizaje que no usarlos. También afirmó que el rendimiento académico de los estudiantes que usaron los objetos de aprendizaje en el proceso de aprendizaje fue significativamente más alto que el de los estudiantes del grupo de control. De igual forma, los estudios de Karaman (2005) tuvieron un efecto positivo en donde mostraron que los objetos de aprendizaje mejoraron el desempeño académico de los estudiantes en la materia de química.

4.2. Acerca de la Percepción de los Estudiantes de la Calidad de los GLO.

El nivel de calidad percibido por los estudiantes sobre los GLO se determinó después de analizar las secciones: (a) aspectos psicopedagógicos y (b) aspectos didácticos-curriculares del instrumento para medir la percepción y usabilidad. Los resultados obtenidos en esta investigación evidenciaron que los estudiantes consideran importante que los GLO integren aspectos que los mantengan motivados. Un factor que mantiene motivados a los estudiantes es la interactividad, de la misma manera, la especificación clara y detallada de las instrucciones a seguir y los beneficios que obtendrán de la participación con el GLO. Los aspectos psicopedagógicos aseguran un proceso de aprendizaje satisfactorio y además incluyen una guía del proceso de aprendizaje

de los estudiantes (Instituto de Ciencias de la Educación, 2007; Silva, 2011). Así mismo, Wilhelm y Wilde (2005) señalaron que el éxito de los objetos de aprendizaje puede depender de las habilidades y la motivación de los principales actores institucionales, tales como los docentes.

Los estudiantes valoraron con una calidad alta las características didácticos-curriculares de los GLO, lo cual se considera como importante para los estudiantes, por esta razón los contenidos y las actividades integradas en los OA se deben enfocar en las necesidades de conocimientos y desarrollo de competencias de los estudiantes para las cuales el reto instruccional fue identificado. En este sentido Aragón, Castro, Gómez y González (2009) señalaron que los objetos de aprendizaje promueven la construcción, comprensión y aplicación del conocimiento y engloban una nueva concepción en la enseñanza y el aprendizaje. Existe una coincidencia en los resultados obtenidos en esta investigación con los de Mortis (2009), en donde esta investigadora determinó que las actividades y contenidos de los objetos de aprendizaje fueron esenciales para lograr los objetivos educativos.

4.3. Acerca del Nivel de Usabilidad de los GLO.

La percepción general de los estudiantes del grupo experimental con respecto a los aspectos de usabilidad de los GLO fue apenas alta. Cabe mencionar que los ítems referentes a la organización, formato, animaciones y navegación fueron bien valorados. Por su parte, los ítems referentes al sonido y videos de los GLO fueron valorados como deficientes.

Con respecto a los aspectos evaluados positivamente, se puede manifestar que las características visuales y de fácil navegación promueven entre los estudiantes el uso de los OA, motivando al estudiante a desarrollar un mayor compromiso con su aprendizaje, que se refleja en un mejor desempeño académico. En contraste, con base en los resultados de los aspectos evaluados como deficientes, se determina la importancia que los objetos de aprendizaje integren audio y video, ya que estos elementos captan el interés del usuario y refuerzan los contenidos para lograr un mejor aprendizaje en los estudiantes. De acuerdo con Leacock y Nesbit (2007), para que los objetos sean mejor evaluados deben integrar en su diseño texto, gráficos, audio o video en una forma apropiada para el contenido y consistente con los principios del aprendizaje multimedia.

5. Referencias bibliográficas.

- Alonso, F., López, G., Manrique, D. & Viñes, J. M. (2008). Learning objects, learning objectives and learning design. *Innovations in Education and Teaching International*, 45(4). 389-400. doi: 10.1080/14703290802377265
- Aragón, E., Castro, C., Gómez, B.A. & González, R. (2009). Objetos de aprendizaje como recursos didácticos para la enseñanza de matemáticas. *Apertura*, 1(1). Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/123>
- Boyle, T. (2006). The design and development of second generation learning objects. In E. Pearson & P. Bohman (Eds.), *Proceeding of Ed-Media 2006 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications* (pp.2-11), June 26-30; 2006: Orlando, Florida.
- Cabero, J. (2007). Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología y Comunicación Educativas*, 21(45). 4-19.
- Cáceres, J. (2009). Patrones de diseño: ejemplo de aplicación en los generative learning object. *Revista de Educación a Distancia*, 9(10). Recuperado de <http://revistas.um.es/red/article/view/89351>
- Caird, S. & Lane, A. (2015). Conceptualising the role of information and communication technologies in the design of higher education teaching models used in the UK. *British Journal of Educational Technology*, 46(1). 58-70. doi:10.1111/bjet.12123
- Churchill, D. (2007). Towards a useful classification of learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55(5). 479-497. doi: 10.1007/s11423-006-9000-y
- Creswell, J. (2003). *Research design: Qualitative and quantitative approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Derya, M. & Yýldýrym, Z. (2014). Effectiveness of learning objects in primary school social studies education: achievement, perceived learning, engagement and usability. *Education and Science*, 39(176). 131-143. doi: 10.15390/EB.2014.3714
- Ferreira, A. & Rojo, G. (2005). Enseñanza de la programación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 1(1). 1-8.
- Guerra, M., Hilbert, M., Jordan, V. & Nicolai, C. (2008). *Panorama Digital 2007 de América Latina y el Caribe. Avances y desafíos de las políticas para el desarrollo con las Tecnologías de Información y Comunicaciones*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Han, K. W., Lee, E. & Lee, Y. (2010). The Impact of a Peer-Learning Agent Based on

Pair Programming in a Programming Course. *IEEE Transactions on Education*, 53(2), 318-327.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Instituto de Ciencias de la Educación. (2007). *Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.

Karaman, S. (2005). *The preparation of teachers and development of a content object approach based on learning object system to determine the content development profile*. (Tesis doctoral inédita). Atatürk University, Turquía.

Katai, Z. (2015). The challenge of promoting algorithmic thinking of both sciences- and humanities-oriented learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31, 287-299. doi:10.1111/jcal.12070

Kay, R. H. (2012). Examining Factors That Influence the Effectiveness of Learning Objects in Mathematics Classrooms. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 12(4), 350-366. doi: 10.1080/14926156.2012.732189

Kozma, R. (2001). Robert Kozma's counterpoint theory of learning with media. En C. Scholsser y M. Simonson (Eds. de la serie) & R. Clark (Ed. del volume), *Perspectives in instructional technology and distance education. Learning from media: Arguments, analysis, and evidence*, (pp.137-178). Greenwich, CT: Information Age Publishing.

Lamagna, E. A. (2015). Algorithmic thinking unplugged. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 30(6). 45-52.

Leacock, T. L. & Nesbit, J. C. (2007). A framework for evaluating the quality of

multimedia learning resources. *Journal of Educational Technology and Society*, 10(2). 44-59.

López, L. (2011). *Programación estructurada y orientada a objetos: Un enfoque algorítmico*. México: Alfaomega.

Macharia, J. K. & Pelsler, T. G. (2014). Key factors that influence the diffusion and infusion of information and communication technologies in Kenyan higher education. *Studies in Higher Education*, 39(4). 695-709. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03075079.2012.729033>

Martínez, N. (2011). Aprendizaje y evaluación con TIC: un estado del arte. *Científica*, 12, 57-68.

Morales, E.M. (2007). *Gestión del conocimiento en sistemas e-learning, basado en objetos de aprendizaje, cualitativa y pedagógicamente definidos*. (Tesis doctoral inédita). Salamanca, España: Universidad de Salamanca.

Mortis, S. (2009). *Los objetos de aprendizaje como estrategia de enseñanza en un curso virtual-presencial: efectividad y percepciones de los estudiantes*. (Tesis doctoral inédita). Nova Southeastern University. Miami, Florida.

Muñoz, J., Álvarez, F. & Chan, M.E. (2007). *Tecnología de objetos de aprendizaje*. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes y Universidad de Guadalajara.

Pastula, M. (2010). Use of Information and Communication Technology to Enhance the Information Literacy Skills of Distance Students. *Journal of Library & Information Services in Distance Learning*, 4(3). 77-86. doi: 10.1080/1533290X.2010.506360

Rabah, J. (2015). Benefits and Challenges of Information and Communication Technologies (ICT) Integration in Québec

- English Schools. TOJET: *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(2), 24-31.
- Ruíz, R. (2013). *Una Introducción a la programación estructurada en C*. Santa Fe, Argentina: El Cid Editor.
- Silva, A. (2011). Patrón tecno-pedagógico para el desarrollo de objetos de aprendizaje orientados a estudiantes universitarios con capacidad visual disminuida. *Docencia Universitaria*, XII, 55-76.
- Štuikys, V. & Brauklyte, I. (2009). Aggregating of learning object units derived from a generative learning object. *Informatics in Education*, 8(2), 295-314.
- Štuikys, V. & Damaševičius, R. (2008). Development of generative learning objects using feature diagrams and generative techniques. *Informatics in Education*, 7(2), 277-288.
- Teague, D. (2011). *Pedagogy of Introductory Computer Programming: A People-First Approach*. (Tesis de maestría inédita). Australia: Queensland University of Technology.
- Torres, A., Cárdenas, D. & Gutiérrez, J.E. (2006). Diseño de objetos de aprendizaje utilizando la herramienta de modelado UML. En A. Hernández & J. L. Zechinelli (Eds.), *Avances en la Ciencia de la Computación* (pp. 358-363). Recuperado de <http://ixil.izt.uam.mx/pd/lib/exe/fetch.php/art4tatoaje4to.pdf?id=oa&cache=cache>
- Verdú, E., Regueras, L. M., Verdú, M. J., Leal, J. P., de Castro, J. P. & Queirós, R. (2012). A distributed system for learning programming on-line. *Computers & Education*, 58, 1-10. doi:10.1016/j.compedu.2011.08.015
- Wang, S. K., Hsu, H. Y., Reeves, T. C. & Coster, D. C. (2014). Professional development to enhance teachers' practices in using information and communication technologies (ICTs) as cognitive tools: Lessons learned from a design-based research study. *Computers & Education*, 79, 101-115. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.006>
- Wilhelm, P. & Wilde, R. (2005). Developing a university course for online delivery based on learning objects: From ideals to compromises. *Open Learning*, 20(10), 65-81. doi: 10.1080/0268051042000322104
- Zapata, M. (2009). Objetos de aprendizajes generativos, competencias individuales, agrupamientos de competencias y adaptabilidad. *RED. Revista de Educación a Distancia*. Número especial dedicado a Patrones de eLearning y Objetos de Aprendizaje Generativos, (X), 1-36. Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/M10/>
- Fecha de recepción: 22-12-2015
 Fecha de evaluación: 26-01-2016
 Fecha de aceptación: 23-02-2016