

# ENSEÑANZA DE UNA ESTRUCTURA DE DATOS UTILIZANDO UN OBJETO DE APRENDIZAJE PARA ESTUDIANTES QUE APRENDEN CON ESTILO KINESTÉSICO

**Ana Patricia Cervantes Márquez**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
*cervantes.patty@gmail.com*

**Rafael de la Rosa Flores**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
*rafa.elo31@gmail.com*

**Misael Limón Martínez**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
*limon.martinez.misael@gmail.com*

**Meliza Contreras González**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
*vikax68@gmail.com*

**Mireya Tovar Vidal**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
*mireyatovar@gmail.com*

## Resumen

Con el avance de las tecnologías de la información y la comunicación, el proceso de enseñanza-aprendizaje ha evolucionado. Para esto, se han desarrollado herramientas de apoyo, las cuales facilitan el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Una de estas herramientas se llama Objeto de Aprendizaje, OA. En este artículo se propone un objeto de aprendizaje interactivo, que sirve de apoyo para aquellas personas o estudiantes que deseen aprender o reafirmar su

conocimiento acerca del funcionamiento de la estructura de datos llamada cola circular. Para la parte del diseño del OA, se especifica la competencia a desarrollar, así como los recursos que se deben de utilizar ya que se toman los 3 perfiles de aprendizaje del modelo VAK (visual, auditivo y kinestésico). Para la implementación del OA se utilizan las herramientas: Unity, ExaLearning y Kinect, ésta última herramienta es la que permite que el OA sea interactivo. Los resultados obtenidos del proceso de prueba del OA muestran que más del 90% de los estudiantes logro asimilar el funcionamiento de la estructura de datos cola circular. Aunque es una prueba con una muestra pequeña y con características específicas de los estudiantes, ya que deben de cumplir ciertos requisitos para el uso del OA propuesto, los resultados son alentadores para continuar el trabajo en esta línea.

**Palabra(s) Clave:** Cola circular, Estilos de aprendizaje, Estructuras de datos, Kinect, Objetos de aprendizaje.

### **Abstract**

*With the advancement of information and communication technologies, the teaching-learning process has evolved. For this, support tools have been developed, which facilitate the learning process of the students. One of these tools is called Learning Object, LO. This article proposes an interactive LO, which serves as a support for those people or students who wish to learn or reaffirm their knowledge about the operation of the data structure called circular queue. For the design part of the LO, the competence to be developed is specified, as well as the resources that must be used since the 3 learning profiles of the VAK model (visual, auditory and kinesthetic) are taken. For the implementation of the LO the tools are used: Unity, ExaLearning and Kinect, this last tool is what allows the LO to be interactive. The results obtained from the LO test process show that more than 90% of the students managed to assimilate the operation of the circular queue data structure. Although it is a test with a small sample and with specific characteristics of the students, since they must meet certain prerequisites for the use of the proposed LO, the results are encouraging to continue the work in this line.*

**Keywords:** *Circular queue, Data structures, Kinect, Learning objects, Learning styles.*

## **1. Introducción**

Las estructuras de datos son un tema de importancia para los estudiantes que cursan algún plan de estudios del área de la computación. Las estructuras de datos se refieren a un conjunto de técnicas que aumentan considerablemente la productividad del programa, reduciendo en elevado grado, el tiempo requerido para escribir, verificar, depurar y mantener los programas. El término estructura de datos hace referencia a un conjunto de datos, que por medio de un nombre identifican un espacio en memoria y cuyas características principales son su organización lógica y física dentro de una computadora, permitiendo realizar un conjunto de operaciones definidas sobre ellas [Luna, 2012]. Entre las estructuras de datos existentes se encuentran: Pilas, Colas Lineales, Colas Circulares, Listas. En la práctica, las colas se utilizan en sistemas informáticos e investigaciones donde los objetos, personas o eventos son tomados como datos que se almacenan y se guardan mediante colas para su posterior procesamiento.

Actualmente existen herramientas para el estudio de las estructuras de datos, pero no se ha considerado el uso de interfaces naturales que facilitarían el aprendizaje de aquellos alumnos cuyo aprendizaje se basa en perfil kinestésico. Las herramientas existentes consisten en tutoriales y vídeos para alumnos con perfil de aprendizaje auditivo y visual. Es por esta razón que en este trabajo tiene por objetivo implementar un OA de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estructura de datos llamada cola circular, así como integrar actividades para los estilos de aprendizaje auditivo, visual y de manera particular para el estilo kinestésico. Esto se lleva a cabo a través del uso de la tecnología Kinect y de la plataforma Unity.

### **Aprendizaje y estilos de aprendizaje**

El aprendizaje se refiere a una actividad que inicia o sufre una transformación, se le llama así, a todo cambio de conducta como resultado de una experiencia, por

la cual el sujeto afronta las situaciones posteriores de modo distinto a como lo hacía antes. Los elementos principales que actúan son: el capacitando, el contenido (lo que va a aprender) y el guía (el instructor o medio que se va a utilizar) [Arriola y cols., 2007]. Para facilitar este aprendizaje, se han creado técnicas de enseñanza, éstas son entendidas como una sucesión ordenada de acciones que se dirigen a un fin concreto, conocido y que conduce a unos resultados precisos con características algorítmicas, en este caso educativas.

Generalmente las personas piensan de manera distinta, captan la información, la procesan, la almacenan y la recuperan de forma diferente. Se ha buscado un enfoque sobre cómo es que los seres humanos aprenden, llegando así a señalarse que no solo existe una forma de aprender, sino que cada persona tiene un estilo particular de aprender [Cisneros, 2004].

El término "estilos de aprendizaje" surge hace más de cuarenta años en el ámbito educativo y se presenta como un concepto para reconocer las diferencias individuales de aprendizaje de los estudiantes. Los estilos de aprendizaje son los modos característicos por los que un individuo procesa la información, siente y se comporta en las situaciones de aprendizaje, y que dependerá de las experiencias y el contexto en el que se relacione la persona. Existen variadas investigaciones sobre los estilos de aprendizaje. De manera particular Dunn [1993] establece una clasificación basada en tres elementos que denominaron canales de percepción: visual, auditivo y kinestésico (VAK).

Las características de estos tres estilos se muestran en la tabla 1 [Gamboa, 2015].

### **Objetos de Aprendizaje**

Los recursos que los avances tecnológicos brindan han devenido en nuevas maneras de adquirir y transferir el conocimiento. Los objetos de aprendizaje presentes desde 1992 con Wayne Hodgins [Martínez, 2000] han ido evolucionando de tal forma que en la actualidad se buscan incrementar y mejorar la efectividad en la que el humano aprende [Hodgins, 2002].

Los objetos de aprendizaje han sido definidos de muchas formas, por ejemplo, en [Martínez, 2000] se definen como: cualquier recurso digital que puede ser usado

como soporte para el aprendizaje. Por su parte la IEEE, enfocándolos a un mundo tecnológico los define como: una entidad, digital o no digital, que puede ser usada y rehusada o referenciada durante cualquier actividad de instrucción mediada por tecnología. Ejemplos de Objetos de Aprendizaje incluyen una lección, un simple archivo JPEG, contenidos multimedia, un video, simulaciones, cuadros digitales, animaciones [Hodgins, 2002]. Debido a esta flexibilidad, a la hora de realizar un objeto de aprendizaje se puede llegar a obtener un nivel de interactividad entre usuario-objeto que beneficie la obtención del conocimiento y así, poder aplicarlo a diferentes temas.

Tabla 1 Características de los canales de percepción.

<i>Canales de percepción</i>	<i>Características</i>
Visual	Es un observador de detalles y cuando habla mantiene su cuerpo más bien quieto, pero mueve mucho las manos. Cuida de su aspecto y tiene, en general, buena ortografía. Memoriza cosas mediante la utilización de imágenes y se puede concentrar en algo específico aún con la presencia de ruidos. Prefiere leer a escuchar. Aprende y recuerda mirando. Aprende realizando esquemas, resúmenes, imágenes en general.
Auditiva	Se le dificulta la concentración si hay ruidos o sonidos ajenos. Al momento de aprender, lo hace dialogando u oyendo, interna o externamente. Reflexiona, prueba alternativas verbales y usa la retórica.
Kinestésica	Este tipo de personas expresa mucho corporalmente. Es bueno (a) en laboratorios o experiencias prácticas en general. Si está estudiando o en un proceso de aprendizaje, lo hace manipulando, experimentando, haciendo y sintiendo. Necesita un abordaje funcional y/o vivencial.

Fuente: [Gamboa, 2015].

## Diseño Instruccional

Para poder desarrollar un OA o cualquier otro recurso que requiera el uso de un entorno virtual es necesario definir un diseño instruccional que se ocupa de la planeación, la preparación y el diseño de los recursos y ambientes necesarios para que se lleve a cabo el aprendizaje [Williams, 2017].

Existen muchos modelos de procesos de diseño instruccional, pero la mayoría contienen los elementos básicos conocidos en inglés como ADDIE, un acrónimo de los pasos clave: *Analysis* (análisis), *Design* (diseño), *Development* (desarrollo), *Implementation* (implementación) y *Evaluation* (evaluación). Estos pasos pueden seguirse secuencialmente, o pueden ser utilizados de manera ascendente y simultánea a la vez [Moya, 2015].

## **Interfaces Naturales**

Las formas en que las personas interactúan con los dispositivos y sistemas computacionales han evolucionado significativamente a través de los años, de manera que los teclados, pantallas e impresoras que prevalecieron durante algún tiempo se complementan ahora con reconocimiento de voz y gestos sobre superficies interactivas, con el uso de cámaras y sensores que registran movimientos corporales [González, 2015].

En presente trabajo se hace uso de interfaces naturales, las cuales permiten al usuario interactuar con la computadora de una forma sencilla y natural, sin la necesidad de un aprendizaje complejo o especializado. Estas interfaces llevan a cabo la comunicación de manera natural para el ser humano, captando la información en tiempo real logrando una interacción corporal de manera directa. Para ello, se hace uso de un Kinect, el cual es un dispositivo interactivo y que gracias a los componentes que lo integran: sensor de profundidad, cámara RGB, micrófonos y sensor de infrarrojos (emisor y receptor), es capaz de capturar el esqueleto humano, reconocerlo y capturar sus movimientos.

## **2. Metodología**

Para el desarrollo del OA propuesto se siguen los pasos del Modelo ADDIE, que es un proceso de diseño instruccional interactivo con las fases: Análisis, Diseño, Implementación y Evaluación.

### **Análisis**

En la parte de análisis se define el tipo de alumnado al que está dirigido el OA, el contenido, las limitaciones del OA, el perfil del estudiante y el entorno:

- Posibles limitaciones: El simulador requiere un equipo de cómputo de 64bits y necesita tener preinstalado el SDK del Kinect y una versión de Windows 7 o superior.
- Perfil de los usuarios: Este objeto está dirigido a usuarios con conocimientos de metodología de la programación y programación en algún lenguaje ya sea procedural u orientado a objetos.

- Habilidades, preferencias y actitudes de los usuarios a quienes irá dirigido el OA: Conocimientos de programación, gusto por las estructuras de datos, capacidad alta de abstracción.
- Conocimientos previos que requiere el usuario: Nivel medio de programación en algún lenguaje procedural u orientado a objetos.
- Nivel de estudios del usuario: Desde segundo cuatrimestre de licenciatura, ingeniería en ciencias de la computación o equivalente.
- Necesidades formativas del usuario: Conceptos básicos de estructuras de datos.
- Ámbitos de interés: Estructuras de datos.

## **Diseño**

En esta etapa se trabaja con la secuencia del OA, organización del contenido, definición de objetivos de aprendizaje, preguntas generadoras, competencias y recursos:

- Nombre del Objeto de Aprendizaje: Cola circular.
- Objetivo de aprendizaje: Comprender el funcionamiento de una cola circular.
- Preguntas generadoras: ¿Qué es una cola circular? ¿Cuál es su funcionamiento? ¿Cómo se usan en la vida diaria? Tema: Cola.
- Subtema: Cola circular.
- Competencia: El alumno identifica los distintos tipos de colas.
- Competencia del subtema: El alumno reconoce una cola circular.
- Recursos educativos a utilizar: Videos, imágenes, texto, software para simulación. Para los visuales y auditivos un video explicando cómo funciona una cola circular. Para los kinestésicos una simulación de la cola circular en interface natural (Kinect).
- Tecnologías: Software para edición de audio, video, imágenes y simuladores.

## **Implementación**

La plataforma empleada es ExeLearning (figura 1), pues permite exportar el OA a una carpeta auto-contenida y a formatos de estándar educativo (SCORM).

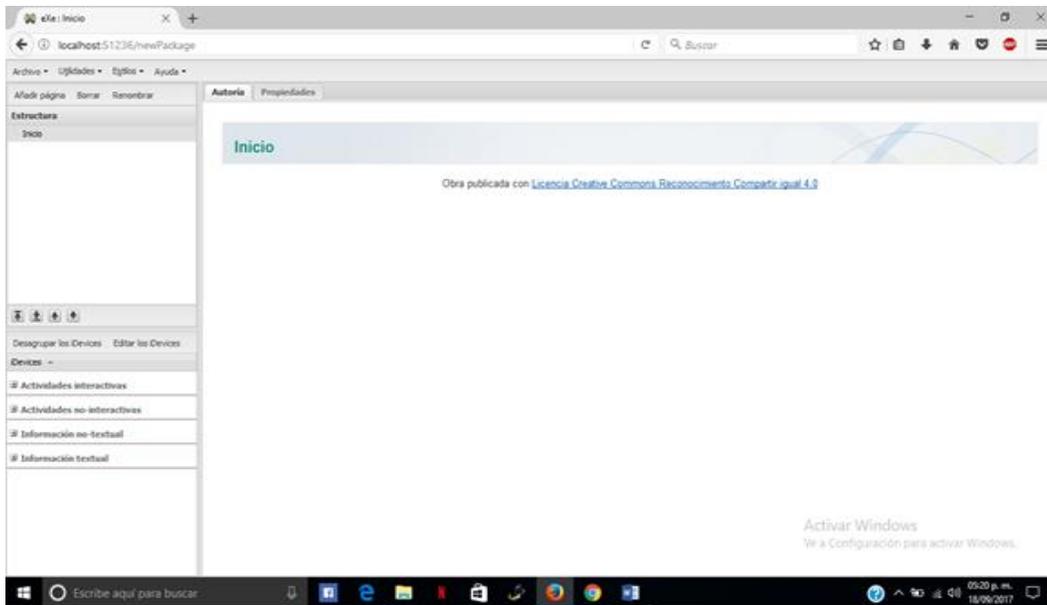


Figura 1 Plataforma ExeLearning.

Para la interfaz natural se emplea Unity, que es un software para la interacción sensorial por medio del Kinect. La implementación incluye la realización de las tres actividades de aprendizaje para proporcionar al estudiante el concepto de la estructura cola y sus usos, como se muestra en las figuras 2 y 3.

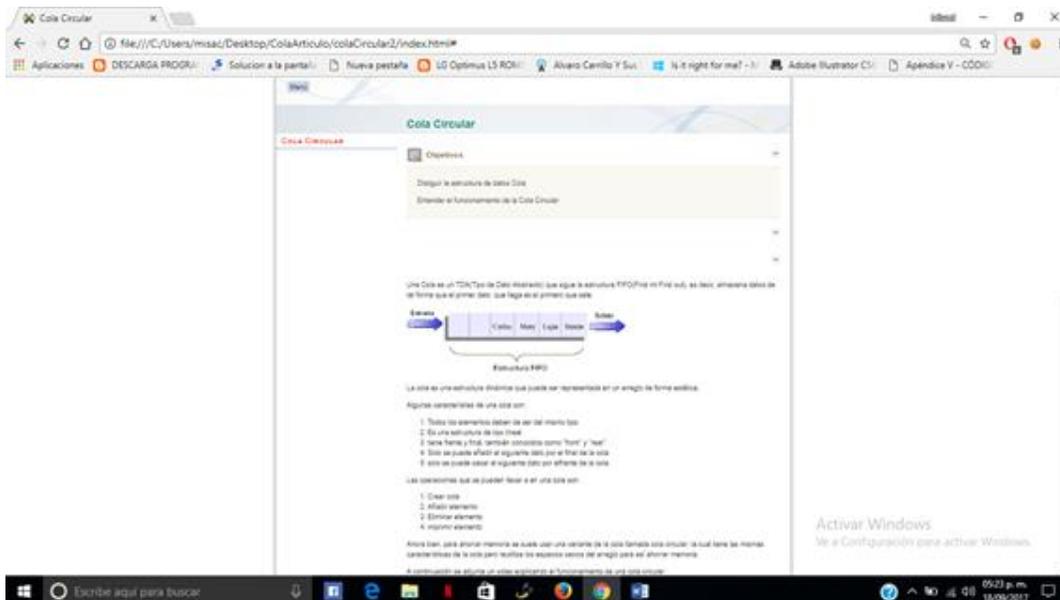


Figura 2 Actividad de lectura.

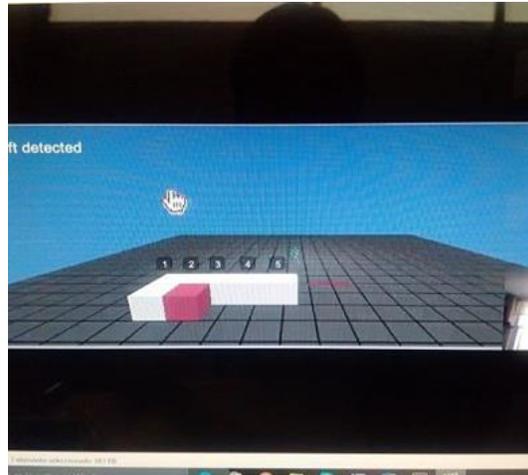


Figura 3 Inserción a la cola circular.

Con estos elementos, el sistema permite al usuario interactuar a través de un Kinect que es un dispositivo que proporciona al usuario el control y la interacción con la consola x-box (consola de juegos de Microsoft) sin necesidad de tener contacto físico, mediante una interfaz que reconoce voz, movimiento e imágenes, este dispositivo se muestra en la figura 4.

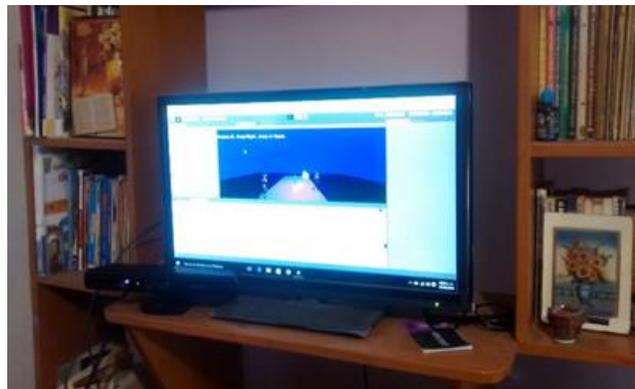


Figura 4 Sistema en marcha.

Se usan Scripts de C# debido a que la mayoría de los desarrollos de Unity están hechos en este lenguaje de programación. El proceso de configuración del Kinect con Unity es complejo si se realiza por primera vez, pero genera grandes beneficios al usuario final ya sólo basta realizar el guion de los movimientos sobre los cuáles el dispositivo emitirá a partir de sus sensores una acción específica

logrando la experiencia de senso-percepción requerida para facilitar el proceso de aprendizaje. El diseño de las interfaces y modelado en 3D para la realizar los avatares, la configuración de movimientos y las figuras geométricas con las que se trabaja se realiza en Unity.

## **Evaluación**

Se definen preguntas destinadas a obtener respuestas claves para determinar si el alumno logró llegar a los objetivos previamente planteados. Las preguntas se muestran a continuación:

- Pregunta 1: ¿La cola circular sigue el esquema first in first out? Verdadero-Falso.
- Pregunta 2 ¿La cola circular permite usar los espacios que quedan libres? Verdadero-Falso.
- Pregunta 3 ¿La cola circular es un ejemplo de estructura de datos lineal? Verdadero-Falso.
- Pregunta 4 ¿En una cola circular es necesario saber el índice dónde se encuentra el "Front" y el "rear"? Verdadero-Falso.
- Pregunta 5 ¿El principio y el final de una cola circular son adyacentes? Verdadero-Falso.

## **3. Resultados**

Para el proceso de aplicación de la herramienta se toma una muestra de 45 alumnos inscritos en un curso de programación 1, el cuál fue elegido al azar. A los estudiantes se les aplica el cuestionario que se muestra en la tabla 2 [Reid, 1987] para determinar su estilo de aprendizaje.

Después de la aplicación y evaluación del cuestionario se obtienen tres grupos conformados de la siguiente manera: 14 alumnos con estilo de aprendizaje visual, 13 alumnos con perfil auditivo y 19 alumnos con perfil kinestésico. De estos grupos se seleccionan al azar 7 alumnos de estilo de aprendizaje auditivo, 7 de estilo visual y 7 de estilo kinestésico. A ellos se les solicita que utilicen el OA propuesto para aplicarles la actividad de evaluación. De los 21 estudiantes

evaluados, el 90.4% alcanzo el objetivo planteado en esta propuesta, los resultados se muestran en la figura 5.

Tabla 2 Extracto del cuestionario aplicado a los estudiantes.

	TA	A	I	D	TD
1. Cuando el maestro me dice las instrucciones, las entiendo mejor.					
2. Prefiero aprender haciendo algo en clase.					
3. Tengo más trabajo terminado cuando trabajo con otros.					
4. Aprendo más cuando estudio con un grupo.					
5. En clase, aprendo mejor cuando trabajo con otros.					
6. Aprendo mejor leyendo lo que el maestro escribe en la pizarra.					
7. Cuando alguien me dice cómo hacer algo en clase, lo aprendo mejor.					
8. Cuando hago cosas en clase, aprendo mejor.					
9. Recuerdo cosas que escuché en clase mejor que las cosas que he leído.					
10. Cuando leo las instrucciones, las recuerdo mejor.					
11. Aprendo más cuando puedo hacer un modelo de algo.					
12. Entiendo mejor cuando leo las instrucciones.					
13. Cuando estudio solo, recuerdo las cosas mejor.					
14. Aprendo más cuando hago algo para un proyecto de clase.					
15. Disfruto aprendiendo en clase haciendo experimentos.					

Fuente: [Reid, 1987]

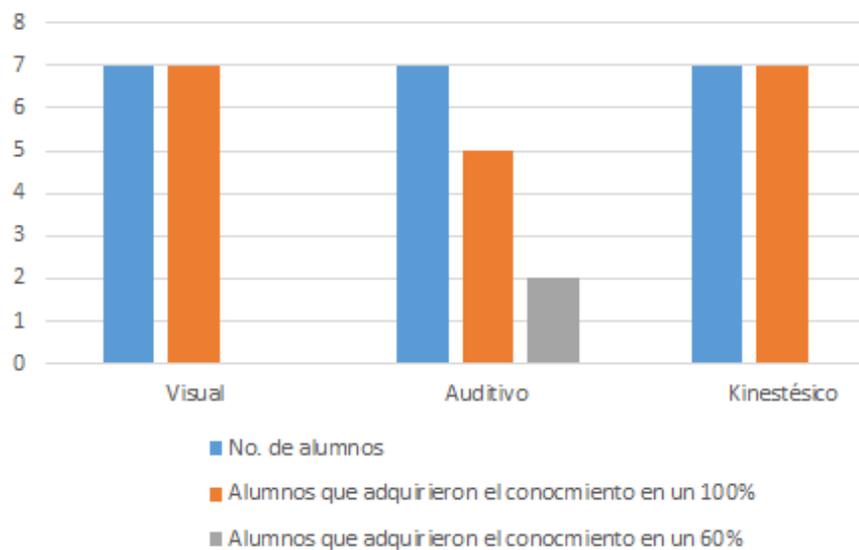


Figura 5 Resultados de la prueba OA.

El OA interactivo propuesto favorece la experiencia sensorial en el aprendizaje de las estructuras de datos considerando acciones en lugar de sólo contar con la definición de los conceptos y elaboración de ejercicios. El estudiante aprende por medio de imágenes, sonidos y con base a sus movimientos y los asocia con funciones específicas de la estructura de datos, lo que fortalece el aprendizaje logrando un vínculo mucho mayor con la memoria de largo plazo.

Por otro lado, el emplear tecnologías como Unity y Kinect en la planeación didáctica para la generación de objetos de aprendizaje procedimentales motiva a los docentes a migrar a estas tecnologías para mejorar el desempeño de los estudiantes y facilitar a los docentes el diseño, dado que se realizarían las guías didácticas y se tendría un repositorio de objetos de aprendizaje que se pueden emplear las veces que sean necesarias.

#### **4. Discusión**

Para el estudio y aprendizaje de estructuras de datos existen múltiples herramientas visuales y auditivas, como son tutoriales, vídeos, textos, imágenes, presentaciones, notas de curso, entre otros, que, si bien cumplen con su cometido, pueden no haber sido diseñadas específicamente para los tres tipos de estilos de aprendizaje del modelo VAK.

En este trabajo se presenta un OA para la enseñanza de la estructura de datos denominada cola circular. Este objeto permite la adquisición del conocimiento a través de actividades que incluyen imagen, vídeo e interacción por medio del Kinect. El OA propuesto contribuye al proceso de enseñanza-aprendizaje para los estilos Visual, Auditivo y Kinestésico.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que este tipo de herramientas ayuda al proceso enseñanza-aprendizaje, motivo por el cual se propone desarrollar otros OA con actividades adecuadas a los estilos del Modelo VAK para que los estudiantes aprendan otras estructuras de datos. Además, este tipo de herramientas puede aplicarse a otras áreas, por ejemplo, circuitos eléctricos o diseño de procesadores donde el estudiante arrastre componentes a la placa base

y se verifique la conexión correcta. Configurando adecuadamente los movimientos y asociándolos a funciones específicas.

## 5. Bibliografía y Referencias

- [1] Arriola, M., Sánchez, G., Romero, M., Ortega, R., Rodríguez, R., & Gastelú, A. (2007). *Desarrollo de competencias en el proceso de instrucción*. México: Editorial Trillas.
- [2] Cisneros, A. (2004). *Manual de estilos de aprendizaje*. México: EMISA.
- [3] Domingo, J., & Alonso, C. (2012). Los estilos de aprendizaje como una estrategia pedagógica del siglo XXI. *Revista Electrónica de Socioeconomía, Estadística e Informática*: <https://goo.gl/mycK6v>.
- [4] Dunn, R. S., & Dunn, K. J. (1993). *Teaching secondary students through their individual learning styles: Practical approaches for grades 7-12*. EEUU: Prentice Hall.
- [5] Gamboa Mora, M. C., Briceño Martínez, J. J., & Camacho González, J. P. (2015). Caracterización de estilos de aprendizaje y canales de percepción de estudiantes universitarios: <https://goo.gl/HW5vdL>.
- [6] González J., Muñoz J., et al. (2015). *La interacción Humano-Computadora en México*. México: Pearson.
- [7] Hodgins, H. W. (2002). The future of learning objects. *Proceedings of the 2002 eTEE Conference*: <https://goo.gl/aTj53i>.
- [8] Luna C. (2012). *Estructuras de Datos*. México: Red Tercer Milenio.
- [9] Martínez Naharro, S., Bonet Espinosa, P., Cáceres González, P., Fargueta Cerdá, F., & García Félix, E. (2000). Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración: <http://ceur-ws.org/Vol-318/Naharro.pdf>.
- [10] Monereo, C. (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje: Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Barcelona, España: Editorial Grao.
- [11] Reid, J. M. (1987). The learning style preferences of ESL students. *TESOL Quarterly*, 21 (1), 87-111.

- [12] Moya F. (2015). *Modelo Estratégico para Buenas Prácticas del Diseño Instruccional de Contenidos E-learning enfocado en Organizaciones*. Chile: Universidad de Chile.
- [13] Santillana, S. A. (1983). *Diccionario de las ciencias de la educación* (Vol. 1). México: Diagonal Santillana.
- [14] Treviño, M. (2011). *Objetos de Aprendizaje. Guía metodológica para el diseño y evaluación de objetos de aprendizaje basados en individualización y personalización*. España: Comunicación Social.
- [15] Wiley, D. A. (2000). *Learning object design and sequencing theory* (Doctoral dissertation), Utah, E.U.A.; Brigham Young University.
- [16] Williams, P., Schrum, L., Sangrá, A., & Guardia, L. (2004). *Modelos de diseño instruccional*. España: Eureka Media.