

Instrumento de evaluación para materiales didácticos digitales de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de tipos de datos abstractos

Evaluation instrument for digital teaching materials to support the teaching-learning process of abstract data types

Instrumento de avaliação de materiais didáticos digitais para apoiar o processo de ensino-aprendizagem de tipos de dados abstratos

Carlos R. Jaimez-González

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, México

cjaimez@correo.cua.uam.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1077-3993>

Resumen

En este artículo se presenta una serie de materiales didácticos digitales que fueron desarrollados como *applets* en el lenguaje de programación Java para reforzar los conocimientos sobre tipos de datos abstractos (TDA), los cuales fueron tratados en cursos de estructuras de datos de licenciaturas en computación y carreras afines. Los materiales didácticos que se describen en este artículo se ajustan a escenarios de la vida real, lo cual resulta determinante como estrategia de aprendizaje, y fueron valorados por alumnos de dos licenciaturas de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C), mediante un instrumento que se enfocó en aspectos de diseño estético, funcionalidad y utilidad. En tal sentido, se puede indicar que los resultados obtenidos son alentadores, ya que la mayoría de los participantes considera que los recursos son adecuados y muy adecuados. De hecho, más del 85% de los entrevistados cree que facilitan la comprensión, el aprendizaje y el reforzamiento del tema de tipos de datos abstractos.

Palabras clave: estructura de datos, experiencia docente, instrumento de evaluación, material didáctico digital, tipo de dato abstracto.

Abstract

This paper presents a series of digital teaching materials that were developed as applets in the Java programming language to reinforce the knowledge about abstract data types (ADT), which were covered in courses of data structures of computer science and related undergraduate degrees. The teaching materials that are described in this paper are adjusted to real-life scenarios, which is a determining factor as a learning strategy, and were assessed by students of two undergraduate degrees from the Autonomous Metropolitan University, Cuajimalpa Campus (UAM-C), through an instrument that focused on aspects of aesthetic design, functionality and utility. In this sense, it can be pointed out that the results obtained are encouraging, since most of the participants consider that the resources are adequate and very adequate. In fact, more than 85% of respondents believe that they facilitate comprehension, learning and reinforcement of the abstract data types topic.

Keywords: data structure, teaching experience, evaluation instrument, digital teaching material, abstract data type.

Resumo

Este artigo apresenta uma série de materiais didáticos digitais que foram desenvolvidos como applets na linguagem de programação Java para reforçar o conhecimento sobre tipos de dados abstratos (ADT), que foram tratados em cursos de estruturas de dados de graus computacionais. carreiras relacionadas. Materiais de ensino descrito neste artigo cenários ajuste da vida real, o que é decisivo como uma estratégia de aprendizagem, e foram classificados por alunos de dois graus na Universidade Autônoma Metropolitana, Unidade Cuajimalpa (UAM-C) por um instrumento que se concentrava em aspectos de design estético, funcionalidade e utilidade. Nesse sentido, pode-se indicar que os resultados obtidos são animadores, pois a maioria dos participantes considera que os recursos são adequados e muito adequados. De fato, mais de 85% dos entrevistados acreditam que eles facilitam a compreensão, o aprendizado e o reforço do tema dos tipos de dados abstratos.

Palavras-chave: estrutura de dados, experiência de ensino, instrumento de avaliação, material didático digital, tipo de dados abstrato.

Fecha Recepción: Agosto 2018

Fecha Aceptación: Enero 2019

Introducción

La programación de computadoras es una habilidad fundamental que debe ser desarrollada por estudiantes de cualquier licenciatura en computación o carrera afín, para lo cual se debe empezar con el dominio de los contenidos que se imparten en asignaturas relacionadas con la programación estructurada y las estructuras de datos.

Ahora bien, en el caso concreto del plan de estudios de la licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información (LTSI) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2018a), esas materias llevan por nombre Programación Estructurada (UAM-C, 2018b) y Estructura de Datos (UAM-C, 2018c), las cuales se cursan en el segundo y en el tercer trimestre, respectivamente, de los doce que componen el plan de estudios de la referida licenciatura.

La primera unidad de enseñanza-aprendizaje (UEA), como se denominan las materias en esta casa de estudios, busca dotar a los estudiantes de los principios básicos de la programación de computadoras, tales como la resolución de problemas, el concepto y la formulación de algoritmos, los tipos de datos simples, el manejo de variables y constantes, las expresiones aritméticas y lógicas, las operaciones de entrada/salida, los procedimientos y funciones, el paso de parámetros, las estructuras de control de flujo de programa, entre otros temas. En cambio, en la UEA Estructura de Datos se abordan temas relacionados con el diseño de tipos de datos abstractos (TDA) y sus operaciones, estructuras de datos lineales en memoria estática y dinámica, implementación de TDA (listas, pilas, colas), estructuras de datos no lineales (árboles y grafos), algoritmos de ordenamiento, recursividad, algoritmos de búsqueda, etc.

Dada la gran importancia de los conocimientos y habilidades que los alumnos deben adquirir en estas materias, las cuales son fundamentales en su formación académica, es necesario que los docentes empleen diversos recursos pedagógicos para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por este motivo, en el presente artículo se presenta una serie de materiales didácticos digitales, los cuales fueron desarrollados específicamente para reforzar los conocimientos sobre el tema de tipos de datos abstractos de la UEA Estructura de Datos. Los detalles del diseño e implementación de los materiales didácticos pueden consultarse en García-Mendoza, Ruiz-Mendoza, Real-Flores, Jaimez-González y Villatoro-Tello (2015), los cuales fueron realizados por alumnos de la LTSI de la UAM-C, en el contexto de un proyecto llevado a cabo en un laboratorio temático de la referida licenciatura. Igualmente, una explicación detallada de los laboratorios

temáticos, sus objetivos y alcances, así como una experiencia académica de su conducción se puede revisar en Jaimez-González y Luna-Ramírez (2016).

En concreto, este artículo se encuentra organizado de la siguiente manera: en la primera sección se presenta la relevancia de los TDA en el curso Estructura de Datos, así como una descripción de los TDA para los que se generó el material didáctico. En el siguiente apartado se explica el diseño y funcionamiento de los materiales didácticos digitales que fueron desarrollados, y posteriormente se ofrece el instrumento de evaluación empleado para evaluar los recursos implementados, así como los resultados obtenidos, las conclusiones y las futuras líneas de investigación.

Tipos de datos abstractos

En la programación de computadoras se utilizan regularmente los tipos de datos simples para almacenar diversos valores, como números enteros, números reales o caracteres. Sin embargo, existen ocasiones en que es necesario procesar colecciones de valores más complejos, como listas de nombres, edades, temperaturas, etc., para lo cual el uso de procesamiento de datos simples puede dificultar la tarea. Por ende, la mayoría de los lenguajes de programación incluyen estructuras de datos que permiten el manejo de estas colecciones mediante arreglos que representan matrices y vectores conocidos como *estructuras estáticas*, ya que las variables que almacenan los valores son direcciones simbólicas de posiciones de memoria que representan una relación estática establecida por la declaración de variables (Joyanes, 2008; Wirth, 1999).

En este sentido, y dado que resulta difícil conocer cuánta memoria sería requerida para resolver muchos problemas de la vida, es necesario contar con métodos que permitan obtener posiciones adicionales de memoria cuando sean requeridas durante la ejecución del programa o liberarlas cuando ya se hayan desocupado. A estas posiciones adicionales de memoria que se crean y están disponibles durante la ejecución de un programa se les conoce como *variables dinámicas*, las cuales se emplean para crear estructuras de datos que se pueden ampliar y reducir a medida durante la ejecución de un programa. Las variables dinámicas se clasifican en lineales y no lineales (Joyanes, 2008; Wirth, 1999), y a estas últimas también se les conoce como *tipos de datos abstractos* (TDA), es decir, un modelo que tiene una serie de operaciones definidas en ese modelo o conjunto de datos (Aho, Hopcroft y Ullman, 1988). Existen diversos TDA que son normalmente

cubiertos en un curso de estructuras de datos, algunos de los cuales son las listas, las pilas, las colas, las colas circulares, los grafos, entre otros.

Una pila es un TDA que almacena elementos que solamente pueden ser añadidos o extraídos por su parte superior; una pila es considerada una estructura de tipo *last in, first out* (LIFO por sus siglas en inglés), ya que el último elemento en entrar a la pila es el primero en salir, tal como ocurre en una pila de platos o en una pila de libros.

Una cola es también un TDA que almacena elementos y permite acceder a ellos por uno de sus extremos; un elemento se inserta en la cola por su parte final y se extrae por su parte frontal; una cola es considerada una estructura de tipo *first in, first out* (FIFO por sus siglas en inglés), ya que el primer elemento en entrar a la cola es el primero en salir, tal como sucede en una ventanilla de atención a clientes en una tienda o supermercado. Una cola circular es también un TDA similar a una cola, pero en esta estructura se permite que la totalidad de sus posiciones se utilicen para almacenar elementos sin necesidad de desplazar a otro, de modo que se puede unir el extremo final con el extremo frontal de la cola.

Explicado lo anterior, en la siguiente sección se presenta el diseño y funcionamiento de los materiales didácticos digitales que representan a algunos de los TDA mencionados, es decir, cola, cola circular y pila.

Diseño de los materiales didácticos

Para el diseño de los materiales didácticos se consideraron las analogías con escenarios de la vida real como estrategia de enseñanza, ya que el relacionar una nueva experiencia con un conjunto de conocimientos y experiencias análogas previas puede aumentar las posibilidades de comprenderla. En palabras de Díaz Barriga y Hernández (2010), al activar el conocimiento previo de los alumnos se puede determinar lo que saben y actuar en consecuencia para promover nuevos aprendizajes.

Los materiales didácticos digitales que se desarrollaron fueron *applets*, escritos en el lenguaje de programación Java. Estos son componentes de *software* que se pueden ejecutar de manera independiente o mediante un navegador web. En concreto, se desarrollaron tres *applets* para representar los siguientes TDA: la cola, la cola circular y la pila. A continuación, se muestran algunas capturas de pantalla y se describen los escenarios utilizados para cada TDA, aunque vale

destacar que los detalles del diseño, implementación y funcionamiento de ellos se pueden consultar en García-Mendoza *et al.* (2015).

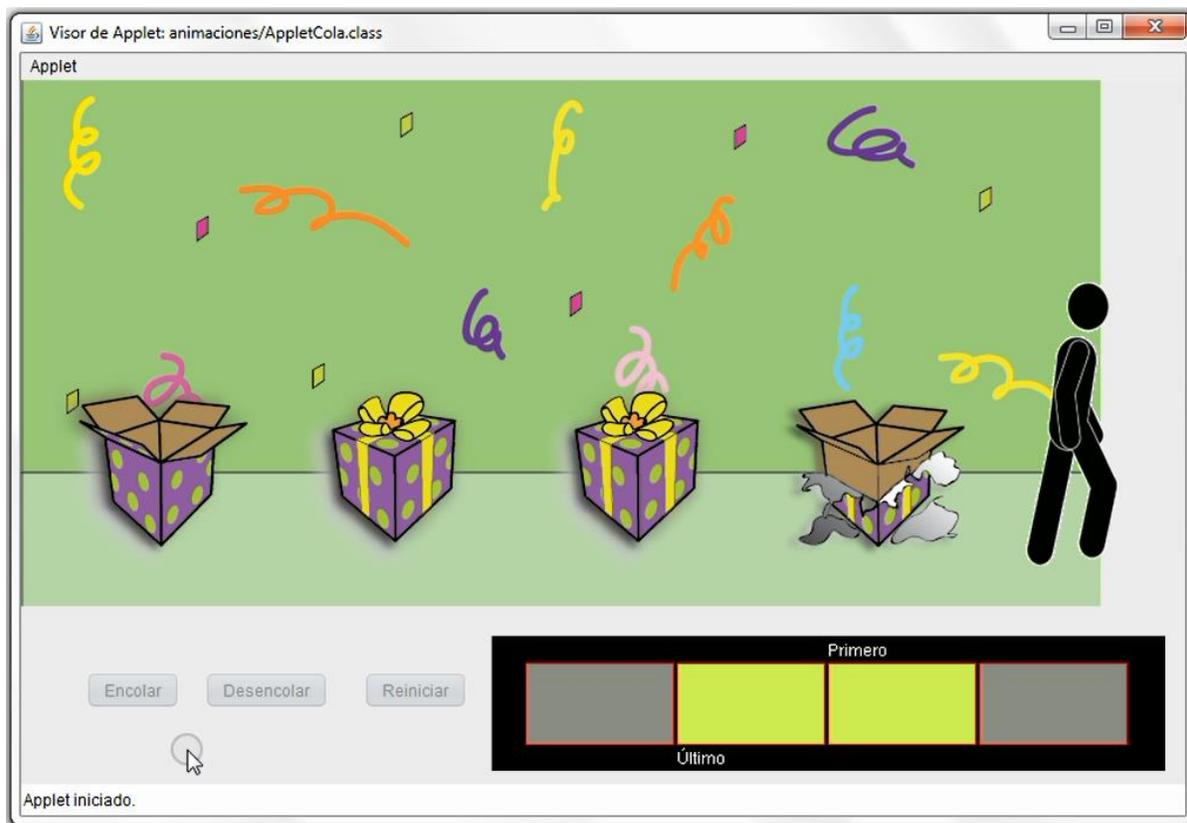
En el diseño del material didáctico para ilustrar el TDA cola se utilizaron como principales elementos un salón de fiestas, unas cajas de regalo, así como una persona que las envolvía y las abría. En este escenario, hay un número determinado de cajas de regalo vacías, las cuales se van llenando conforme pasa la persona que envuelve los regalos, en orden de la caja que se encuentra a la derecha hasta la caja que se halla a la izquierda. Los regalos se van envolviendo conforme pasa la persona, quien también puede abrirlos; sin embargo, cada vez que un regalo es abierto, la caja en la que se encontraba queda inservible debido a que en la vida real la caja y su envoltura normalmente se rompen. Esta situación refleja que no es posible reutilizar espacios de memoria en una cola.

En este contexto, surgen varios estados por los que pasa una caja de regalo: a) cuando la caja está nueva y vacía, es decir, no se ha envuelto ningún regalo en la caja; b) cuando la caja está llena, es decir, el regalo ya ha sido envuelto en la caja, y c) cuando la caja ha sido abierta para sacar el regalo y queda inservible, es decir, ya no se puede reutilizar para empacar otro regalo debido a las rupturas de la envoltura y la caja.

Estas fases por las que transita la caja de regalo coinciden justamente con la forma en que funcionan los espacios de memoria cuando se insertan (encolan) y se extraen (desencolan) elementos de un TDA cola: a) la caja de regalo vacía representa un espacio de memoria disponible en la cola, b) la caja de regalo llena constituye un espacio de memoria ocupado en la cola, es decir, un elemento que ha sido encolado, y c) la caja de regalo abierta simboliza un espacio de memoria que ha sido desocupado en la cola, es decir, un elemento que ha sido desencolado y que, por tanto, no se puede reutilizar.

En la figura 1 se muestra una captura de pantalla del *applet* del TDA cola estando en ejecución. En esa imagen se observa una cola que ya ha sido creada con cuatro espacios en memoria representados por las cuatro cajas de regalo que se encuentran inicialmente vacías.

Figura 1. *Applet del TDA cola en ejecución con cuatro cajas de regalo*



Fuente: Elaboración propia

En la figura 1 se puede apreciar que el alumno, al interactuar con el *applet*, encoló tres elementos en la cola y desencoló un elemento (imágenes de las cajas de regalo): el primer espacio de memoria ha sido desencolado (caja de regalo abierta que se encuentra a la derecha), los dos siguientes espacios de memoria tienen elementos encolados (cajas de regalo llenas), y el último espacio de memoria está aún vacío (caja de regalo vacía).

La persona que aparece caminando es la que encola y desencola elementos en la cola (envolver cajas de regalo y abrir cajas de regalo) según la interacción que realice el alumno con el *applet* a través de los botones *encolar* y *desencolar*.

Como apoyo adicional para la comprensión del funcionamiento del TDA cola, en la parte inferior derecha del *applet* se muestra la representación de los elementos en memoria, forma tradicional que se emplea en libros de texto de estructuras de datos, donde las casillas grises simbolizan las posiciones de memoria vacías (cajas vacías), mientras que las casillas amarillas

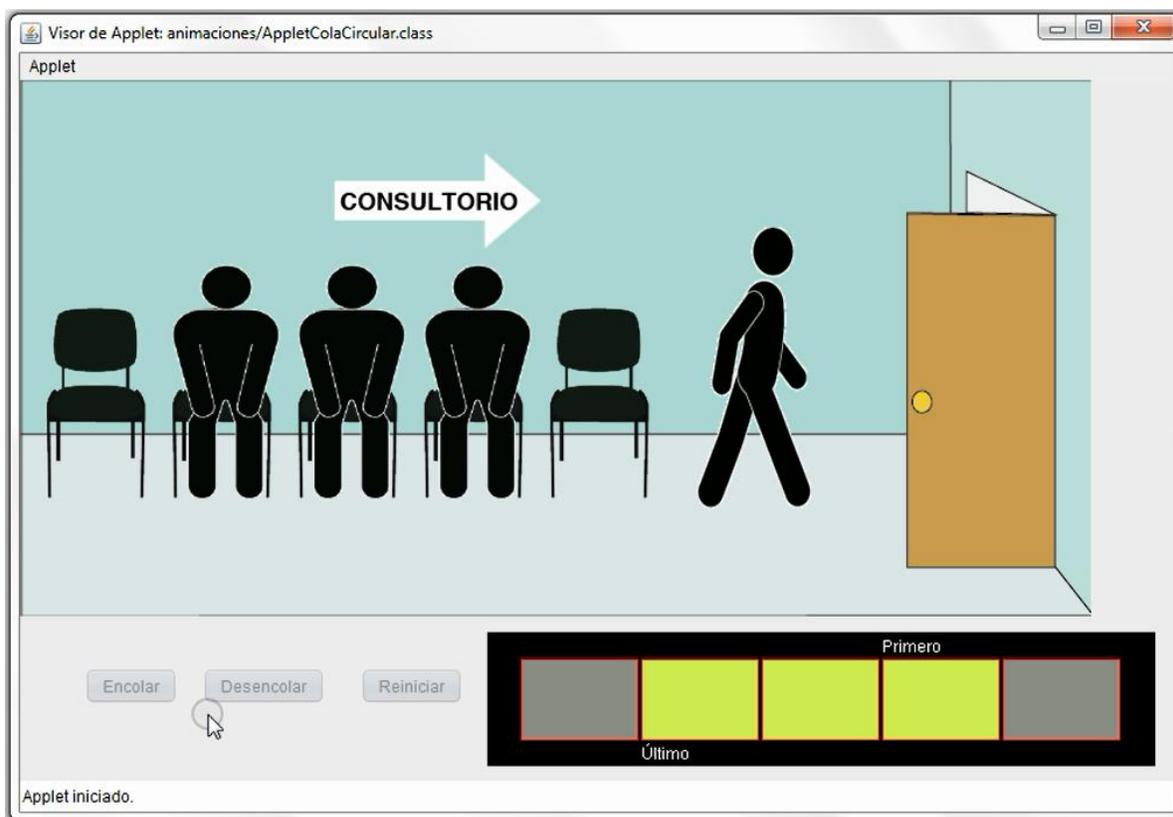
constituyen las posiciones de memoria llenas (cajas llenas), lo cual coincide con lo que se muestra en la parte superior del *applet*. Finalmente, en la representación en memoria también se indica el primer y último elemento de la cola.

En el diseño del material didáctico para ilustrar el TDA cola circular se utilizaron como principales elementos una sala de espera de un consultorio médico, las sillas que se encuentran dentro de la sala de espera y los pacientes que van llegando para ser atendidos. En este escenario, hay un número determinado de sillas en la sala de espera del consultorio médico, las cuales se van ocupando conforme ingresan los pacientes desde la más cercana a la puerta del consultorio hasta la más lejana. Cada vez que entra un paciente al consultorio médico se libera esa silla, la cual puede ser reutilizada posteriormente por otro paciente que llegue a consulta, lo cual no sucedía en la escena anterior, donde las cajas de regalo abiertas quedaban inservibles debido a que se rompían al abrirlas.

Esta nueva ilustración, lógicamente, origina tres diferentes estados: a) cuando la silla está vacía; b) cuando la silla está ocupada por un paciente, y c) cuando la silla se ha desocupado porque el paciente entró a consulta. Estas etapas por las que pasa la silla coinciden justamente con la forma en que funcionan los espacios de memoria cuando se insertan (encolan) y se extraen (desencolan) elementos de un TDA cola circular: a) la silla vacía representa un espacio de memoria vacío en la cola circular; b) el paciente sentado en la silla constituye un espacio de memoria lleno en la cola circular, es decir, un elemento que ha sido encolado, y c) la silla desocupada por un paciente simboliza un espacio de memoria que ha sido desocupado en la cola circular, es decir, un elemento que ha sido desencolado y que, a diferencia del caso anterior, sí se puede reutilizar.

La figura 2 muestra una captura de pantalla del *applet* del TDA cola circular estando en ejecución. En esa imagen se aprecia una cola circular que ha sido creada con cinco espacios en memoria representados por las cinco sillas, las cuales se encuentran inicialmente vacías.

Figura 2. *Applet* del TDA cola circular en ejecución con cinco sillas



Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se puede notar que el alumno, al interactuar con el *applet*, encoló cuatro elementos en la cola y desencoló un elemento, como se aprecia en las imágenes de las sillas: el primer espacio de memoria ha sido desencolado (el paciente está desocupando la silla para entrar al consultorio), los siguientes tres espacios de memoria tienen elementos encolados (pacientes ocupando tres sillas) y el último espacio de memoria está aún vacío (silla desocupada). La persona que aparece caminando es la que se acaba de levantar de la primera silla (elemento que ha sido desencolado), esto debido a la interacción que realiza el alumno con el *applet*, en este caso a través del botón *desencolar*.

Como apoyo adicional para la comprensión del funcionamiento del TDA cola circular, en la parte inferior derecha del *applet* se muestra la representación de los elementos en memoria, donde las casillas grises representan las posiciones de memoria vacías (sillas vacías), mientras que las casillas amarillas simbolizan las posiciones de memoria llenas (sillas ocupadas), lo cual coincide

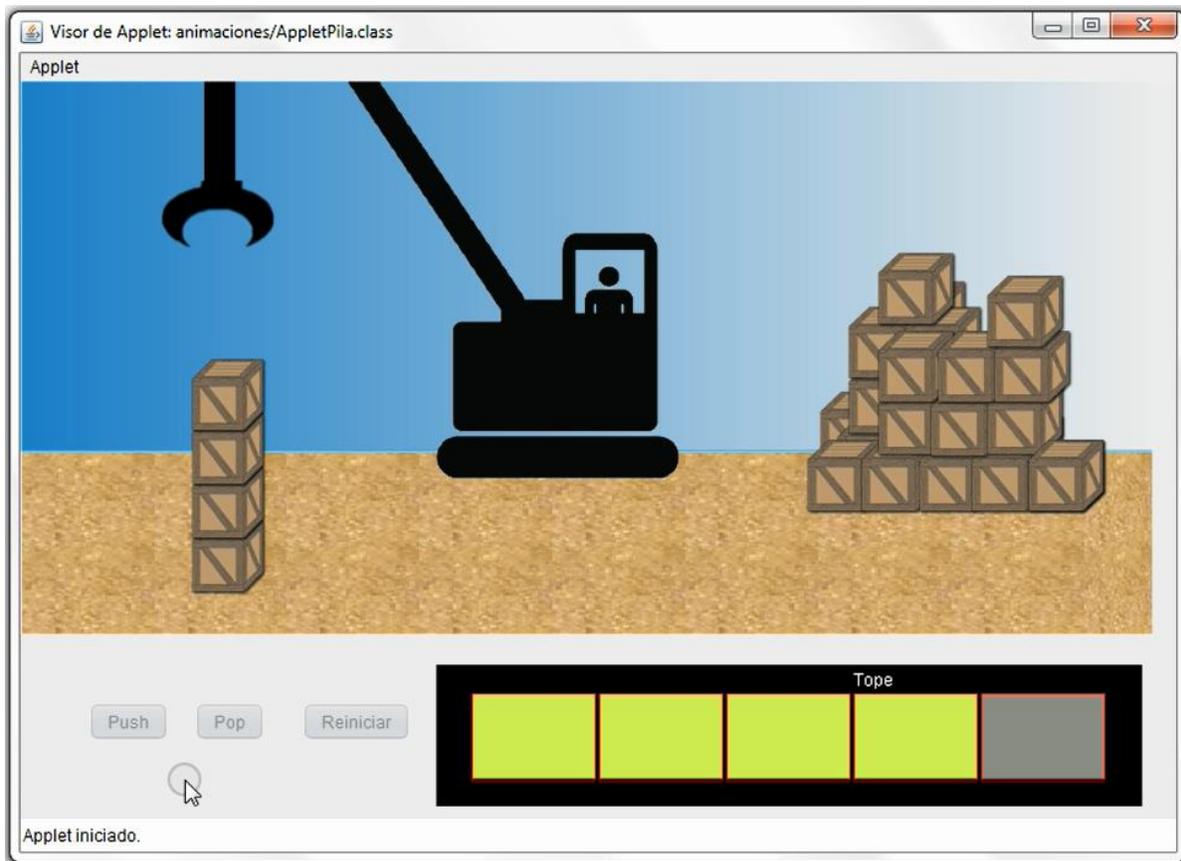
con lo que se muestra en la parte superior del *applet*. Finalmente, en la representación en memoria también se indica el primer y último elementos de la cola circular.

En el diseño del material didáctico para ilustrar el TDA pila se utilizaron como principales elementos una bodega, unas cajas de madera y una grúa que se encarga de mover las cajas de un lugar a otro para apilarlas. En este escenario, hay un número determinado de cajas de madera en la bodega, las cuales son tomadas de una en una para agruparlas. La grúa es capaz de colocar una caja de madera para apilarla, así como también puede tomar una caja de la pila para quitarla y moverla a otro lugar. Esta situación refleja que es posible la reutilización de espacios de memoria en una pila, ya que se puede colocar o quitar una caja de la pila cuantas veces sea necesario.

En este contexto, los estados por los que pasa una caja de madera representan su colocación en la pila (operación *push* de la pila) y su remoción de la pila (operación *pop* de la pila), lo cual es realizado por el brazo de la grúa. Cada lugar donde se ubica una caja de madera constituye un espacio de memoria de la pila, el cual se puede reutilizar tomando en cuenta que solo el último elemento colocado en la pila es el que puede ser removido.

La figura 3 muestra una captura de pantalla del *applet* del TDA pila estando en ejecución. En dicha imagen se aprecia una pila que ha sido creada con cinco espacios en memoria, los cuales se encuentran inicialmente vacíos cuando la pila ha sido creada. Además, se puede notar que el alumno, al interactuar con el *applet*, apiló cuatro elementos en la pila, como se puede apreciar en las imágenes de las cajas de madera: el espacio de memoria superior no ha sido ocupado todavía, mientras que los siguientes cuatro espacios de memoria tienen elementos apilados (cajas de madera). El brazo de la grúa que aparece es el que acaba de apilar la cuarta caja en la pila (operación *push* de una pila), esto debido a la interacción que realiza el alumno con el *applet*, en este caso a través del botón *push*.

Figura 3. *Applet* del TDA pila en ejecución con cuatro cajas apiladas



Fuente: Elaboración propia

Como apoyo adicional para la comprensión del funcionamiento del TDA pila, en la parte inferior derecha del *applet* se muestra la representación de los elementos en memoria, donde las casillas grises simbolizan las posiciones de memoria vacías, mientras que las casillas amarillas constituyen las posiciones de memoria llenas (cajas apiladas), lo cual coincide con lo que se muestra en la parte superior del *applet*. Finalmente, en la representación en memoria también se indica el tope de la pila.

Instrumento de evaluación

Los materiales didácticos digitales presentados en este capítulo se encuentran en la categoría de contenido digital (Aguilar, Ayala, Lugo y Zarco, 2014), ya que en esta se agrupan los recursos educativos que ofrecen contenidos diversos, actividades o evaluaciones vinculadas con cualquier área del conocimiento, ya sea de carácter curricular o no curricular. También agrupa herramientas que se enfocan en la formación docente o estudiantil, así como materiales de referencia y de consulta, entre otros. Este tipo de recursos se caracterizan por facilitar la información estructurada y proporcionar cierto grado de interactividad mediante la simulación. Estos, además, se pueden consultar mediante un navegador web o a través de diversos soportes de almacenamiento, como CD-ROM, DVD, entre otros.

Dado que con estos materiales didácticos se procuró reforzar conceptos de tipos de datos abstractos en alumnos de nivel de licenciatura, los destinatarios o población objetivo fueron los alumnos de licenciaturas en computación o carreras afines. En particular, la población muestra estuvo compuesta por alumnos de la LTSI y de la licenciatura en Ingeniería en Computación (LIC), ambas de la UAM-C. Como único requisito para participar en la evaluación, los alumnos debían haber cursado previamente la UEA Programación Estructurada. La selección de la muestra correspondió al grupo de alumnos inscritos en la UEA Estructura de Datos en el trimestre de primavera de 2017. La muestra definitiva quedó constituida por 26 alumnos: 6 mujeres y 20 hombres, todos cursantes de la LTSI y de la LIC.

Con el fin de evaluar el material didáctico desarrollado, se creó un instrumento para estimar los siguientes aspectos: diseño estético, funcionalidad y utilidad. La escala de evaluación utilizada fue la siguiente: a) muy adecuado, b) adecuado, c) poco adecuado, y d) nada adecuado (tabla 1). Cabe señalar que el instrumento se aplicó en clase una vez finalizado el tema *tipos de datos abstractos*.

Tabla 1. Instrumento de evaluación

Diseño estético
1. ¿Considera que es adecuada la organización de la información en la interfaz? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
2. ¿Considera que son adecuados los botones y ventanas que se despliegan? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
3. ¿Considera que son adecuados los colores utilizados? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
4. ¿Considera que son adecuados el tamaño y el tipo de letra utilizados? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
5. ¿Considera que son adecuadas las imágenes utilizadas en las animaciones? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
6. Escriba uno o varios adjetivos que relacione con las imágenes:
7. ¿Considera que es adecuada la interfaz en general? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
Funcionalidad
8. ¿Considera que son adecuadas las instrucciones dadas para el uso del material didáctico? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
9. ¿Considera que es adecuada la secuencia de acciones en cada una de las animaciones? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
10. ¿Considera que son adecuados los mensajes de error que se muestran? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
11. ¿Considera que el material didáctico es de fácil manejo? () Sí () No
Utilidad
12. ¿Considera que el material didáctico es adecuado para la comprensión del tema de TDA? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
13. ¿Considera que el material didáctico es adecuado para el aprendizaje del tema de TDA? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
14. ¿Considera que el material didáctico ha reforzado su conocimiento sobre los TDA? () Sí () No
15. ¿Considera que es adecuado el uso de las metáforas gráficas utilizadas en el material didáctico? () Muy adecuado () Adecuado () Poco adecuado () Nada adecuado
16. Nos interesa su opinión sobre el material didáctico presentado, por lo que agradecemos cualquier comentario o sugerencia adicional.

Fuente: Elaboración propia

Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del material didáctico descrito anteriormente. Por restricciones de espacio solo se muestran algunas figuras de preguntas seleccionadas. Al final de la sección se proporciona una tabla con todos los resultados de la evaluación.

En la figura 4 se muestran los resultados obtenidos de la pregunta 6, relacionada con el diseño estético. En dicha interrogante se solicitó a los alumnos escribir uno o varios adjetivos asociados con las imágenes del material didáctico. La representación mostrada en la figura 4 es una nube de palabras, en la cual se encuentran todos los términos mencionados por los alumnos; mientras más grande es la palabra, mayor es el número de veces que fue mencionada por los participantes. Por ejemplo, la palabra *bonitas* tuvo una frecuencia de 16, el vocablo *sencillas* se repitió 12 veces, el término *feas* fue mencionado 2 veces, mientras que la palabra *chidas* solamente 1 vez. La lista completa de palabras con sus respectivas frecuencias se muestra más adelante en la tabla 2.

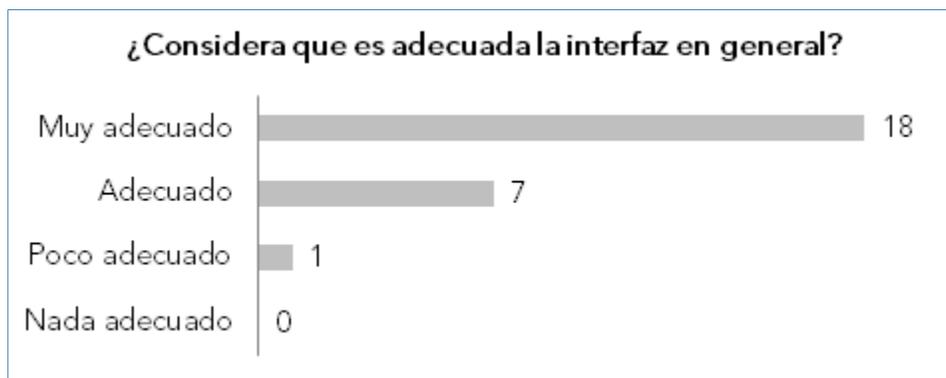
Figura 4. Nube de palabras con los resultados de la pregunta 6 del instrumento de evaluación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, por otra parte, se muestra una gráfica con los resultados obtenidos de la pregunta 7, la cual se vincula con el diseño estético.

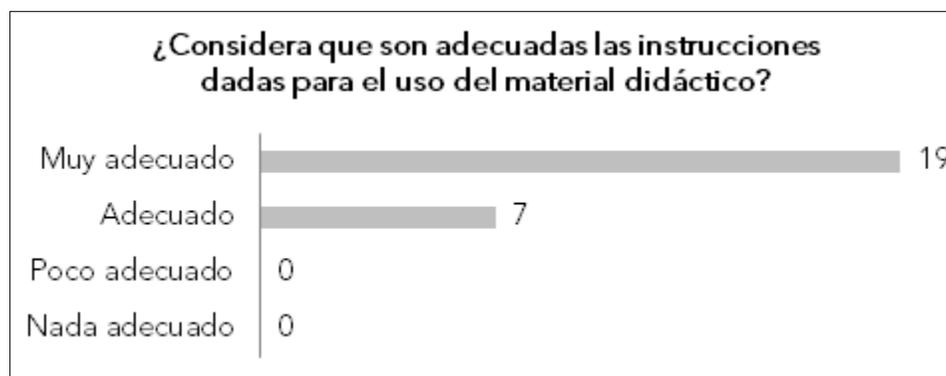
Figura 5. Resultados de la pregunta 7 del instrumento de evaluación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se aprecia una gráfica con los resultados obtenidos de la pregunta 8, la cual se relaciona con la funcionalidad.

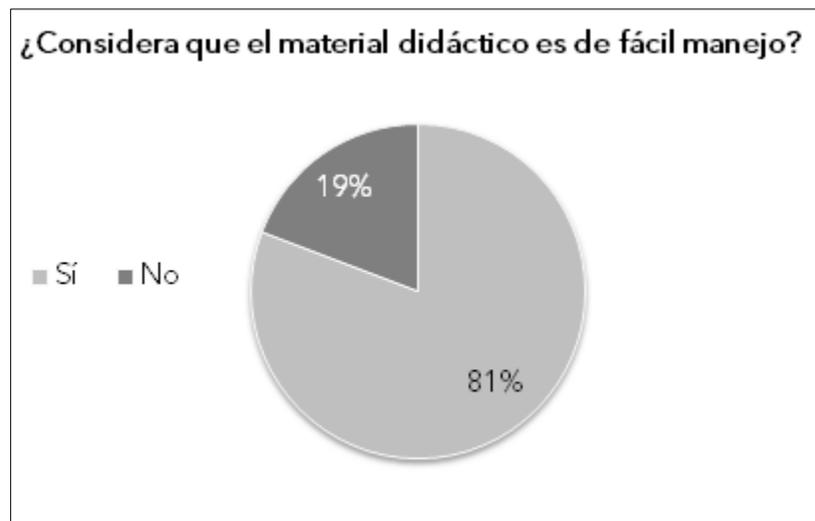
Figura 6. Resultados de la pregunta 8 del instrumento de evaluación



Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se enseña una gráfica con los resultados obtenidos de la pregunta 11, la cual se vincula con la funcionalidad.

Figura 7. Resultados de la pregunta 11 del instrumento de evaluación



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 se observa una gráfica con los resultados obtenidos de la pregunta 14, la cual se relaciona con la utilidad.

Figura 8. Resultados de la pregunta 14 del instrumento de evaluación



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se muestran los resultados completos de la evaluación; para cada opción se proporciona el porcentaje obtenido y, entre paréntesis, el número de alumnos que eligieron esa opción. A continuación de esta tabla se proporciona un resumen de los resultados obtenidos en la pregunta 16.

Tabla 2. Resultados completos del instrumento de evaluación (N = 26 encuestados)

Diseño estético							
1. ¿Considera que es adecuada la organización de la información en la interfaz?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
10	38	12	46	3	12	1	4
2. ¿Considera que son adecuados los botones y ventanas que se despliegan?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
25	96	1	4	0	0	0	0
3. ¿Considera que son adecuados los colores utilizados?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
8	31	14	54	4	15	0	0
4. ¿Considera que son adecuados el tamaño y tipo de letra utilizados?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
23	88	3	12	0	0	0	0
5. ¿Considera que son adecuadas las imágenes utilizadas en las animaciones?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
6	23	14	54	4	15	2	8
6. Escriba uno o varios adjetivos que relacione con las imágenes:							
Bonitas		Sencillas		Simples		Interesantes	
16		12		10		7	
Divertidas		Claras		Básica		Amigables	

6		6		5		4	
Útiles		Chistosas		Aburridas		Feas	
4		3		2		2	
Chidas		Curiosas					
1		1					
7. ¿Considera que es adecuada la interfaz en general?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
18	69	7	27	1	4	0	0
Funcionalidad							
8. ¿Considera que son adecuadas las instrucciones dadas para el uso del material didáctico?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
19	73	7	27	0	0	0	0
9. ¿Considera que es adecuada la secuencia de acciones en cada una de las animaciones?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
19	73	7	27	0	0	0	0
10. ¿Considera que son adecuados los mensajes de error que se muestran?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
26	100	0	0	0	0	0	0
11. ¿Considera que el material didáctico es de fácil manejo?							
Sí				No			
n		%		n		%	
21		81		5		19	
Utilidad							
12. ¿Considera que el material didáctico es adecuado para la comprensión del tema de TDA?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
23	88	2	8	1	4	0	0

13. ¿Considera que el material didáctico es adecuado para el aprendizaje del tema de TDA?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
23	88	2	8	1	4	0	0

14. ¿Considera que el material didáctico ha reforzado su conocimiento sobre los TDA?			
Sí		No	
n	%	n	%
24	92	2	8

15. ¿Considera que es adecuado el uso de las metáforas gráficas utilizadas en el material didáctico?							
Muy adecuado		Adecuado		Poco adecuado		Nada adecuado	
n	%	N	%	n	%	n	%
20	76	3	12	3	12	0	0

16. Nos interesa su opinión sobre el material didáctico presentado, por lo que agradecemos cualquier comentario o sugerencia adicional.							
* Los comentarios obtenidos en esta pregunta se resumen a continuación.							

Fuente: Elaboración propia

Las respuestas obtenidas en la pregunta 16 se sintetizan a continuación:

- Los alumnos están interesados en materiales didácticos que sean diferentes, innovadores e interesantes.
- El uso de las metáforas gráficas (situaciones de la vida real que se comparan con TDA) les pareció una gran idea. Mencionaron que les fue fácil identificar el TDA que se deseaba representar e intuir cómo funcionaban las operaciones de encolar y desencolar dada la experiencia en las situaciones de la vida real.
- Los alumnos consideraron útil representar el TDA con los cuadros y flechas con que comúnmente se representan en los libros, pues les ayudó a observar las acciones en dos diferentes formas de representación.
- Mencionaron que los dibujos utilizados son graciosos, simples y entendibles, pero consideran que si fueran de mejor calidad, el material sería más interesante.

- Les gustaría que el material tuviera más opciones, que pudieran representarse otros TDA y algunos algoritmos de ordenamiento, ya que, igual que sucede con los TDA, son complicados de entender en papel, lo cual es fundamental para realizar su implementación.
- Los alumnos quisieran que este tipo de materiales fueran utilizados en el aula, y no solo al final para reforzar, pues creen que podrían ayudarles en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Los alumnos mencionaron que desearían que el material se migrara a otra tecnología más actual para facilitar su acceso.
- Se mencionó que sería de utilidad que el material estuviera en línea, y no solo en los laboratorios de cómputo, pues desearían utilizarlo en casa en cualquier momento.

Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se presentó una experiencia docente en la que se utilizó una serie de materiales didácticos digitales que fueron desarrollados por alumnos de la LTSI para reforzar los conocimientos sobre el tema de tipos de datos abstractos de la UEA Estructura de Datos, los cuales fueron valorados por alumnos de dos licenciaturas mediante un instrumento que se enfocó en aspectos relacionados con el diseño estético, la funcionalidad y la utilidad.

En tal sentido, se puede indicar que los resultados obtenidos son alentadores, ya que la mayoría de los participantes considera que son adecuados y muy adecuados. De hecho, más del 85% de los entrevistados cree que los recursos facilitan la comprensión, el aprendizaje y el reforzamiento del tema abordado (tipos de datos abstractos).

Todos los comentarios y sugerencias emitidas por los alumnos, por otra parte, son muy pertinentes y ayudarán a mejorar el material didáctico en sus siguientes versiones e incluso servirán para elaborar otros nuevos. En este sentido, se debe enfatizar que el trabajo con los alumnos es fundamental para el desarrollo y para la evaluación de material didáctico, ya que ellos son los principales usuarios de este tipo de herramientas.

Como trabajo futuro, se recomienda la incorporación de las modificaciones sugeridas en la evaluación y en la creación de nuevos *applets* para representar otros tipos de datos abstractos, siguiendo la misma idea de emplear escenarios cercanos a la vida real para generar aprendizajes a

partir del conocimiento previo. Además, se tiene estimado realizar un contraste entre alumnos que han usado el material didáctico y alumnos que no lo han utilizado con el fin de analizar las diferencias entre ambas muestras.

Referencias

- Aguilar, I., Ayala, J., Lugo, O. y Zarco, A. (2014). Análisis de criterios de evaluación para la calidad de los materiales didácticos digitales. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9 (25), 73-89.
- Aho, A., Hopcroft, J. y Ullman, J. (1988). *Estructuras de datos y algoritmos*. México: Addison-Wesley.
- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.
- García-Mendoza, B., Ruiz-Mendoza, P., Real-Flores, G., Jaimez-González, C. R. y Villatoro-Tello, E. (2015). Diseño e implementación de *applets* como material didáctico de apoyo para cursos de estructuras de datos. *Revista Pistas Educativas*, (112), 530-551.
- Jaimez-González, C. R. y Luna-Ramírez, W. A. (2016). Los laboratorios temáticos: espacios para la innovación educativa y la incorporación de las TIC en la educación. En Jaimez-González, C. R., Miranda Campos, K. S., Vázquez Contreras, E. y Vázquez Vela, F. (eds.), *Estrategias didácticas en educación superior basadas en el aprendizaje: innovación educativa y TIC* (pp. 151-169). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Joyanes, L. (2008). *Fundamentos de programación. Algoritmos, estructuras de datos y objetos*. México: McGraw-Hill.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2018a). *Plan de estudios de la licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información*. México: UAM Cuajimalpa. Recuperado de <http://hermes.cua.uam.mx/archivos/PlandeEstudioTSI.pdf>.
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2018b). *Programa de la unidad de enseñanza-aprendizaje Programación Estructurada, de la licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información*. México: UAM Cuajimalpa. Recuperado de http://www.cua.uam.mx/pdfs/lic/tsi/n2/460005_programacion_estruc.pdf.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C) (2018c). *Programa de la unidad de enseñanza-aprendizaje Estructura de Datos, de la licenciatura en Tecnologías y Sistemas de Información*. México: UAM Cuajimalpa. Recuperado de http://www.cua.uam.mx/pdfs/lic/tsi/n3/460009_estructura_datos.pdf.

Wirth, N. (1999). *Algoritmos + estructuras de datos = programas*. México: Ediciones del Castillo.