

Experiencia en la construcción de Objetos de Aprendizaje para árboles AVL usando CROA

Catalina Mostaccio^{1,2}, Gabriela Pérez¹

¹ LIFIA – Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata
{catty, gperez}@lifia.info.unlp.edu.ar

² Also CICPBA

Abstract. Los Objetos de Aprendizaje (OAs) son un recurso versátil y prometen ser una herramienta exitosa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Ofrecen a los estudiantes contenidos interactivos que despiertan su interés, los motivan y guían en ese proceso. La Facultad de Informática de la UNLP en su búsqueda para fomentar el desarrollo de OAs dentro de la comunidad educativa lanzó una convocatoria destinada a los docentes de los niveles de grado y posgrado para presentar OAs que hubieran producido o desearan producir para uso en sus cátedras. En este contexto, en la cátedra Algoritmos y Estructuras de Datos¹ se desarrolló un OA para enseñar un tema conflictivo por la gran cantidad y diversidad de material disponible en la web. Este trabajo cuenta la experiencia de crear un OA para la enseñanza de árboles AVL manteniendo los criterios propios de la cátedra y aplicando la metodología para la CReación de Objetos de Aprendizaje - CROA [1].

Keywords: Objetos de Aprendizaje, Metodología CROA, Estructuras de datos, Proceso enseñanza-aprendizaje, Materiales educativos.

1. Introducción

La informatización actual de la sociedad ha incrementado la demanda de profesionales informáticos. La formación que reciben los estudiantes en los primeros años de la Facultad permite que puedan insertarse tempranamente al mercado laboral antes de finalizar la carrera. Deben combinar el trabajo con los estudios, pero no siempre lo consiguen satisfactoriamente. En muchos casos no pueden responder a las exigencias de las materias que cursan, porque encuentran reducida su disponibilidad de tiempo, o no pueden cumplir con los horarios requeridos. Los docentes debemos hacer frente a esta situación utilizando las herramientas que estén a nuestro alcance, aplicando estrategias metodológicas apropiadas y usando nuevos recursos disponibles

¹ “Algoritmos y Estructuras de Datos” es una asignatura de grado (obligatoria) de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. Dicha asignatura es semestral y corresponde al segundo año de las carreras Licenciatura en Informática, Licenciatura en Sistemas y Analista Programador Universitario.

(por ejemplo, entornos virtuales de aprendizaje) que les permita a los alumnos cubrir a distancia esas carencias.

Los objetos de aprendizaje (OA) son un recurso valioso en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Han demostrado ser un recurso versátil y prometen ser una herramienta exitosa en este campo. Ofrecen a los estudiantes contenidos interactivos que despiertan su interés, los motivan y los guían en ese proceso. Facilitan el dictado de materias en la modalidad de estudio semipresencial y a distancia. Permiten que los docentes adapten los recursos didácticos de acuerdo con sus propias necesidades y estilos de enseñanza. Pueden ser accedidos en cualquier momento y proveen un camino de aprendizaje alternativo y adaptable a las necesidades específicas de cada estudiante para que puedan elaborar el conocimiento a través de la propia reflexión y experimentación en la práctica, evitando la simple memorización de información. Un OA es una unidad autónoma que permite alcanzar un determinado objetivo educativo y que combinada con otros OAs puede dar lugar a la construcción de estructuras más complejas tales como lecciones, módulos o cursos.

En la Facultad de Informática de la UNLP se llevan adelante distintos proyectos destinados a la innovación en la enseñanza. A fines del 2014, se lanzó una convocatoria destinada a los docentes para presentar OAs que hubieran producido o desearan producir para uso en la enseñanza de sus cátedras [2]. En este contexto, en la cátedra Algoritmos y Estructuras de Datos se desarrolló un OA para enseñar un tema que resulta conflictivo por la gran cantidad y diversidad de material disponible en la web. Esta materia tiene como propósito que el estudiante aprenda conceptos básicos de las estructuras de datos. Entre los contenidos de la materia se encuentran estructuras de datos como árboles binarios, árboles AVL, árboles generales, grafos. La cátedra contaba con presentaciones digitales sobre los temas de la curricula y además, utilizaba la plataforma Moodle que permitía publicar ese material e interactuar con los alumnos. Por lo tanto, la incorporación del OA en este entorno ya familiar, favorecería el proceso de aprendizaje.

Este trabajo cuenta la experiencia de crear un OA para árboles AVL, manteniendo los criterios propios de la cátedra y aplicando la metodología CROA definida por docentes de la Facultad. Nuestro objetivo fue, entonces, facilitar el acceso de los alumnos a estos conceptos para propiciar la construcción de una base sólida en su formación sobre el tema que les permita comprender otras terminologías y diferenciarlas de la utilizada en la cátedra.

El resto del trabajo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 presenta una breve descripción del tema que será el objetivo de aprendizaje del OA, la sección 3 describe los principales lineamientos de la metodología CROA, la sección 4 muestra el desarrollo de los OAs correspondientes a los árboles AVL siguiendo la metodología y finalmente la sección 5 muestra las conclusiones y los trabajos futuros.

2. La estructura de Árboles AVL

A continuación presentamos brevemente las características de los árboles AVL [3]. Además, puntualizamos los criterios propios utilizados en la cátedra, seleccionados del material bibliográfico existente.

Los árboles AVL son árboles binarios de búsqueda (ABB) que satisfacen la condición de estar balanceados respecto a su altura. Por ser un ABB, respeta la propiedad de orden en todos sus nodos, es decir, para cada nodo, su clave es mayor que todas las claves del subárbol izquierdo y menor que las claves del subárbol derecho [4]. La propiedad de balanceo garantiza que para cada nodo del árbol, la diferencia de altura entre el subárbol izquierdo y el subárbol derecho es a lo sumo 1 [5]. Gracias a esta propiedad, la complejidad de todas las operaciones (búsqueda, recuperación, inserción y eliminación) en árboles AVL con n nodos, es siempre, proporcional a la altura del árbol, es decir, utilizando notación Big-Oh, es $O(\log n)$ en el peor de los casos [5,6].

Las operaciones de búsqueda y recuperación se resuelven con procesos análogos a los aplicados para ABB. En el caso de las operaciones de inserción y eliminación, los procesos existentes para los ABB no son suficientes, ya que se debe contemplar una eventual destrucción de la propiedad de balanceo. Esta propiedad se re-establece identificando el nodo que se desbalanceó y luego cambiando la estructura a través de un mecanismo denominado “rotación” [5,6,7,8]. Una rotación consiste en permutar dos nodos (x e y) conectados por la relación “padre-hijo” manteniendo la propiedad de orden [6, pag. 242].

Los conceptos de balanceado y rotación aparecen en la literatura bajo diferentes formas. En el caso del balanceado, algunos autores lo computan a partir de las alturas de los subárboles, una información adicional almacenada en el nodo [5,6,7]; otros, almacenan, además, en cada nodo un “factor de equilibrio” con valores: -1, 0 o 1, indicando si ambos subárboles tienen la misma altura o cuál tiene la diferencia de 1 permitida [8,9]. Con respecto al mecanismo de rotación, los autores difieren sólo en la denominación; algunos determinan el nombre según la ubicación del nodo hijo mencionado (en el caso de los AVLs coincide con el subárbol que tiene mayor altura al momento de perder su nodo padre la condición de balanceado) [5,6,7]; mientras que otros, por el contrario, consideran la ubicación que finalmente tomará el nodo padre luego de la rotación (en el caso de los AVLs, coincide con el subárbol que tiene menor altura) [6,8,9].

Esta diversidad de criterios también se encuentra diseminada por la web. Cuando los alumnos recurren a Internet para esclarecer algún concepto, encuentran tanta información que los confunde, desanima y obstaculiza su proceso de aprendizaje.

Para evitar esta situación, decidimos plasmar este tema con los criterios propios de la cátedra en un OA que estuviera a disposición de los alumnos. La cátedra adopta los criterios definidos por Mark Allen Weiss [10] por considerarlo referente en el tema. Además, es un autor didáctico y su material resulta amigable para los primeros años de carreras de Ciencias de la Computación.

3. Metodología CROA

En la metodología CROA se define a un OA como un tipo de material educativo digital, que se caracteriza: desde el punto de vista pedagógico, por orientarse a un objetivo específico de aprendizaje, y presentar mínimamente: una serie de contenidos con el fin de abordar la temática relacionada con el objetivo, una actividad que

permita al alumno poner en práctica o problematizar el contenido presentado, y una autoevaluación que posibilite conocer al alumno si ha podido comprender esos contenidos vinculados al objetivo. Desde el punto de vista tecnológico, por contener un conjunto de metadatos estandarizados para su búsqueda y recuperación, y estar integrado, utilizando un modelo de empaquetamiento que respete estándares, y de esta manera permita su diálogo con diferentes entornos tecnológicos [1]. Esta definición enfatiza las características de reutilización, accesibilidad e interoperabilidad.

Esta metodología presenta 5 fases para la creación de un OA. Para cada una de las fases se plantean una serie de preguntas que resultan ser orientadoras tanto para el análisis como para el diseño del OA. Al finalizar cada fase se deben documentar las decisiones tomadas, y esos resultados serán los que fundamenten el OA.

1) Fase de Análisis: se plantean preguntas que dan origen al OA respecto a una necesidad que será satisfecha con el mismo. Qué se necesita que los alumnos aprendan o qué técnica se necesita que ejerciten, son algunas de las preguntas que orientarán el tema que abordará el OA. También deben responderse preguntas respecto a qué nivel educativo está dirigido y cuáles son los conocimientos previos necesarios. Estas preguntas ayudan a contextualizar el tema del OA.

2) Fase de Diseño: esta fase está dividida en tres actividades: Un diseño instruccional, un diseño de la estructura y un diseño de los componentes multimediales. En el diseño instruccional se responden preguntas respecto al objetivo del OA, que información contendrá, y la selección y organización de los contenidos. Además, se deben proponer las actividades y las autoevaluaciones. En el diseño de la estructura se planifica cómo será el recorrido entre los diversos nodos de información que componen el OA. Por último, en el diseño de componentes multimediales se propone de qué manera se van a presentar los elementos multimedia definidos dentro de los contenidos, en las actividades y las autoevaluaciones. Se deben definir los escenarios para la presentación de contenidos y las plantillas que se van a utilizar para el diseño de actividades y autoevaluaciones.

3) Fase de Desarrollo: define cuatro actividades que deben ser realizadas para completar el desarrollo de un OA: la selección de recursos, el desarrollo de los contenidos con las plantillas propuestas, la definición de los metadatos y la integración y empaquetamiento. Dentro de la selección de recursos, se deben elegir las imágenes, los textos, los videos o las animaciones que formarán parte del OA. Luego se debe desarrollar el OA propuesto con alguna herramienta de desarrollo adecuada. Posteriormente, se procederá a la definición de los metadatos para que pueda ser accesible y por último a la integración y empaquetamiento para que pueda ser usado en distintas plataformas.

En todo momento la metodología propone comprobar la coherencia entre la necesidad que originó el OA con los contenidos, las actividades y las autoevaluaciones.

4) Fase de Publicación: se debe definir dónde se va a publicar el OA, en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), en un repositorio para OAs o en otro sitio.

5) Fase de Evaluación: se propone cómo se va a evaluar el OA para determinar si sirvió o no para satisfacer la necesidad inicial. Puede ser por un sistema de valoración o comentarios de los usuarios.

4. Desarrollo de un OA para la Estructura de los Árboles AVL.

En esta sección se describen los pasos realizados para el desarrollo del OA para los árboles AVL. El primer intento fue la creación de un OA que abordara el tema completo tal y como se desarrolla en la asignatura; que expusiera las características del árbol AVL, su estructura y sus operaciones. De esta manera el OA resultaría demasiado extenso y complejo, contradiciendo, en consecuencia, las características deseables en un OA. Un OA con esa granularidad haría dificultoso su reuso en otros contextos y entorpecería el proceso de aprendizaje del alumno que lo utiliza.

Dado que el OA presentaba varios objetivos claramente distinguibles, decidimos dividirlo para que cada objetivo fuera alcanzado por un OA más pequeño y concreto.

OA1: tiene como objetivo que el alumno pueda comprender el concepto de árboles AVL y diferenciarlo de los ABB.

OA2: tiene como objetivo comprender el mecanismo de rotación en ABB. Cabe señalar que este diseño tuvo un esfuerzo adicional. Dado que se utilizan los mismos mecanismos de rotación, aunque con otra condición de balanceo en otros árboles binarios, por ejemplo, en los árboles Red Black [6,7] y Splay [5,9], debimos desarrollar el tema separándolo de los conceptos propios de los AVL. Esta separación facilitaría el reuso del OA para tales estructuras, ahorrando tiempo en su desarrollo.

OA3: tiene como objetivo entender el proceso de resolución de la operación de inserción en árboles AVL, reconociendo qué tipo de rotación se debe aplicar en cada caso de desbalanceo, según los criterios propios de la estructura AVL. Este OA referencia a los dos OAs anteriores, ya que tanto la definición de AVL como los mecanismos de rotación son requeridos como conocimientos previos.

OA4: es similar al anterior pero respecto a la operación de eliminación.

OA5: tiene como objetivo determinar cuándo aplicar AVLs a problemas específicos.

La Fig. 1 muestra estos cinco OAs y las dependencias que existen entre ellos.

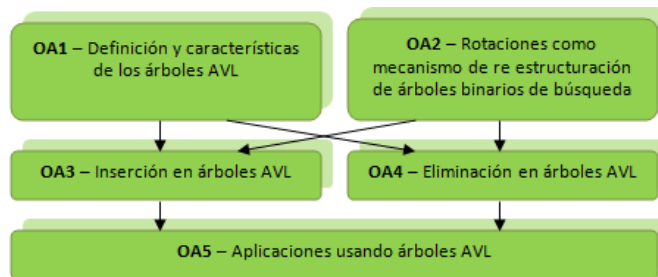


Fig. 1 - Los OAs que constituyen el tema árboles AVL.

Una vez definidos los OAs necesarios para abordar el tema, se los desarrollaron según la metodología CROA, siguiendo las 5 fases mencionadas. La fase de análisis de cada OA da origen a la definición de los objetivos que cada uno deberá alcanzar y fue necesario para dividir claramente el alcance de cada uno.

1) Fase de Análisis

En esta fase se plantean preguntas respecto a qué necesidad será satisfecha con la creación del OA y qué temas abordará. A continuación se muestra un resumen de la información generada en esta etapa para cada uno de los OAs.

OA 1 - Definición y características de los árboles AVL: Los alumnos necesitan aprender la estructura de los árboles AVL, conocer sus propiedades de orden y estructurales y diferenciarlos de los ABB. Por lo tanto, el OA presentará la estructura de datos de los árboles AVL diferenciándolos de los ABB, mostrando sus características y ventajas.

OA 2 - Rotaciones como mecanismo de re-estructuración de ABB: Los alumnos necesitan aprender cómo es el mecanismo de rotación en ABB. Por lo tanto, el OA presentará el mecanismo de rotación sobre estos árboles destacando que se mantienen las propiedades de orden y estructural.

OA 3 - Inserción en árboles AVL: Los alumnos necesitan aprender a insertar un elemento en el árbol AVL manteniendo las propiedades del mismo. Deben reconocer bajo qué condición se pierde la propiedad de balanceo y determinar qué rotación se debe aplicar para restaurar dicha propiedad. Referencia al OA anterior para dar detalle del mecanismo de rotaciones.

OA 4 - Eliminación en árboles AVL: Los alumnos necesitan aprender a eliminar un elemento en el árbol AVL manteniendo las propiedades del mismo. Deben reconocer bajo qué condición se pierde la propiedad de balanceo y determinar qué rotación se debe aplicar para restaurar dicha propiedad. Referencia al OA de Rotaciones para dar detalle de su mecanismo.

OA 5 - Aplicaciones usando árboles AVL: Los alumnos necesitan aprender a aplicar la estructura de árboles AVL para resolver problemas. Por lo tanto, el OA presenta un contexto integrador para los árboles AVL referenciando a los OAs anteriores.

Estos cinco OAs están orientados a alumnos de nivel superior. Los conocimientos previos necesarios son, además de los ABB, las dependencias que se establecen entre ellos. En la Fig. 1 se puede observar cómo las relaciones existentes entre OAs, reflejadas con las flechas que parten de un OA y llegan a otro, nos indican que el OA de partida es requerido y debe estar entre los conocimientos previos.

A continuación por razones de espacio completaremos las fases de la metodología sólo para el OA de Inserción. El diseño y desarrollo de los restantes OAs es similar.

2) Fase de Diseño

Detallaremos las tres actividades definidas en la fase de diseño para el OA de Inserción.

Diseño instruccional: Uno de los aspectos clave en el diseño de los OAs es la definición del objetivo y la selección de los contenidos de acuerdo al mismo. El objetivo de aprendizaje específico es resolver la operación de inserción en un árbol AVL reconociendo qué tipo de rotación se debe aplicar en cada caso de desbalanceo. Para la selección de contenidos se debió trabajar en la adaptación del material utilizado en las clases presenciales. Teniendo como base las presentaciones digitales de la materia y las explicaciones dadas por el docente, se debió transformar esa información para que el contenido del OA sea apropiado y suficiente para el autoaprendizaje. Cuando se trabaja con estructuras de datos, es muy importante comprender la dinámica de la misma en el proceso de resolución de operaciones, en este caso, la de inserción. Respecto a esto, utilizamos en el OA dos estrategias, una de observación y otra de experimentación. La primera permite ver los cambios en cada paso del proceso y es realizada por medio de videos cortos que muestran cómo se

realiza la inserción de un elemento particular dentro de un árbol dado. En estos videos se muestra cómo se ubica la posición del nuevo elemento, cómo se lo crea, la forma de desandar el camino e identificar y aplicar la rotación necesaria para el rebalanceo. Para la segunda estrategia se utilizó una aplicación que permite construir libremente un árbol, insertando un elemento a la vez, observando los cambios que se producen a medida que se forma.

Finalmente se diseñaron las demás actividades y las autoevaluaciones de acuerdo a los objetivos.

Diseño de la estructura: se pensó que la estructura más adecuada para este OA sería una estructura mixta, que permite navegar a partir de un nodo inicial de la forma que se muestra en el mapa de navegación presentado en la Fig. 2.

Diseño de los componentes multimediales: se seleccionaron plantillas adecuadas para la presentación de los contenidos ya mencionados.

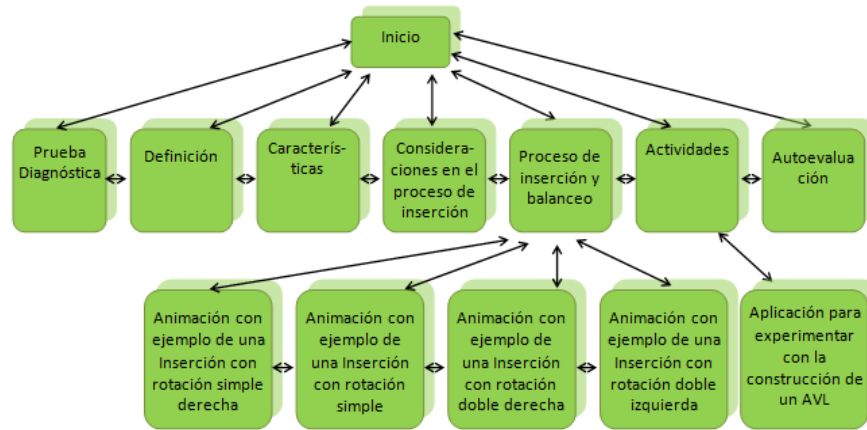


Fig. 2 - Mapa de navegación de los nodos pertenecientes al OA de Inserción en AVL.

3) Fase de Desarrollo

Para el desarrollo e implementación de los OAs se eligieron herramientas de software libre. Para la construcción se utilizó eXeLearning [11]; esta herramienta permite completar los metadatos en distintos modelos de datos, entre ellos LOM [12], el cual es el requerido por la metodología. Para las animaciones se utilizó OGV [13] por ser un formato de video abierto.

La aplicación de construcción fue adaptada a partir de una aplicación desarrollada por la Universidad de San Francisco, respetando sus licencias [14]. La adaptación fue necesaria para respetar los criterios adoptados por la cátedra respecto al tema.

Algunas actividades y evaluaciones fueron implementadas con Ardora [15].

La Fig. 3 muestra una pantalla del OA desarrollado desde la herramienta eXeLearning.

Inserción en Árboles AVL

Consideraciones en el proceso de Inserción

Inicio

Prueba Diagnóstica

Definición

Características

Consideraciones en el proceso de Inserción

Proceso de inserción y balanceo

Ejemplos

Actividades

Evaluación

Caso a: Si las diferencias de las alturas entre el subárbol izquierdo y el subárbol derecho de un nodo es igual a 0, insertando en cualquiera de los dos subárboles no se produciría desbalanceo.

Caso b: Si las diferencias de las alturas es igual a 1, insertando en el subárbol con mayor altura, se produciría un desbalanceo. Esto pasaría por ejemplo, si se insertara en el subárbol *y*. Tener en cuenta que una situación idéntica se produce si el subárbol de mayor altura fuera el subárbol *x*.

Fig. 3 - Vista del OA desde el entorno eXeLearning

4) Fase de Publicación

La publicación de los OAs se realizó en Moodle dado que es el entorno educativo virtual que ya estaba utilizando la cátedra como medio de comunicación y como espacio de consulta y desarrollo de actividades interactivas.

5) Fase de Evaluación

Para realizar una evaluación del impacto que tuvo el material en la asignatura, hemos realizado dos encuestas, una orientada a los docentes [16] y otra a los alumnos [17]. El objetivo fue evaluar los diferentes puntos de vista respecto al material e identificar los aspectos positivos y negativos según ambas miradas. Las encuestas fueron anónimas, pero se incluyó un campo opcional para el nombre, el cual la mayoría de los encuestados completó y nos permitió tener mayor confianza respecto a las respuestas.

Evaluación por parte de los docentes auxiliares de la materia

La encuesta dirigida a los docentes tenía por objetivo determinar la repercusión que tuvo en los alumnos este material complementario. Fue respondida por docentes auxiliares que asisten en las clases prácticas de la materia. Se consideraron sólo las respuestas de los que tienen más experiencia en la materia (más de 5 años). Únicamente 8 cumplieron este requisito. Se preguntó su opinión acerca de cómo tomaron los alumnos este material nuevo, si les ayudó en la comprensión del tema y si les ayudó a resolver dudas. Es decir, la visión del docente de la influencia de este material en el aprendizaje del alumno.

Una de las preguntas realizadas se refiere a si hubo un aumento o no de la cantidad de consultas respecto a años anteriores. El 75% respondió que la cantidad de consultas disminuyó y que no se realizaron consultas básicas (sobre las definiciones, los conceptos, etc.).

Otra pregunta se refiere al tipo de material presentado en los OAs. Ya mencionamos la importancia de poder visualizar la dinámica de los procesos que afectan a estas estructuras, el haber agregado los materiales multimedia que permiten realizar estas visualizaciones fue muy bien recibido por los alumnos. La mayoría de los docentes (87%) destacó la inclusión de contenidos multimedia como facilitadores del aprendizaje.

Evaluación por parte de los alumnos que asisten a la materia

La encuesta dirigida a los alumnos tenía por objetivo determinar si el material les fue útil en su proceso de aprendizaje, fue respondida por 44 alumnos. Se preguntó acerca de la cantidad de veces que consultaron el material (con esto se trató de distinguir a los alumnos que accedieron al material, de los que nunca lo hicieron, para valorar las respuestas de distinta forma). Se preguntó los motivos por los cuáles volvieron a consultar el material, y en qué aspectos les fue útil.

Con una de las preguntas se intentó determinar qué parte del material les resultó más útil. La mayoría de alumnos (81%) destacó que los elementos multimedia e interactivos les resultaron muy interesantes. El 75% respondió que pudo despejar dudas que le surgieron al momento de realizar el trabajo práctico, sin recurrir al docente auxiliar en las clases prácticas. También destacaron la utilidad de la aplicación para construir un AVL observando la dinámica paso a paso y tener la posibilidad de ejercitar esa construcción en forma autónoma, despejando cualquier duda que hubiera en ese proceso. Esto coincide con las respuestas dadas por los docentes que manifiestan que recibieron menos consultas respecto al tema y las que recibieron fueron más específicas, de un nivel de detalle mayor. Por último, los alumnos mencionaron la utilidad de contar con OAs para otras estructuras de datos.

Evaluación por parte de los otros docentes en cuanto al reuso del OA

No se ha podido aún realizar una evaluación en cuanto al reuso de los mismos. Se encuentra en proceso el desarrollo los OAs para árboles Red Black, que reusará el OA de rotaciones. Esto reducirá los tiempos y costos del desarrollo del nuevo material.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo presentamos la experiencia de construir OAs para árboles AVL con el objetivo de ser utilizados en la asignatura Algoritmos y Estructuras de Datos, en el contexto de la convocatoria realizada por la Facultad de Informática, siguiendo la metodología CROA.

En la cátedra teníamos la necesidad de contar con algún material que explique el tema de árboles AVL tal y cómo se dicta en la materia. La gran variedad y diversidad de materiales que se encuentran en Internet respecto al tema generaba confusión a los alumnos. A pesar de ser un tema acotado, aborda varios conceptos, por lo que decidimos dividirlo en varios OAs que fueran más concretos y puedan ser reusados en otros contextos.

Durante la construcción de los OAs se trabajó especialmente en el desarrollo de contenidos interactivos que despertaran el interés de los estudiantes y los motivaran; pretendimos que el material los guiara y los ayudara a consolidar el tema durante el proceso de aprendizaje a través de las actividades y evaluaciones. Que pudiera ser un punto de apoyo para los alumnos que se les dificulta combinar el trabajo con la Facultad, por razones de horario o de tiempo. Podemos resaltar que los OAs permiten a los alumnos realizar su propio proceso de aprendizaje a su ritmo particular y a los docentes plasmar en el OA la información que desean transmitir a los alumnos, manteniendo los criterios propios y el estilo de enseñanza de la cátedra.

Luego de la publicación de los OAs se realizó una evaluación para conocer el impacto en los alumnos. Para ello se realizaron dos encuestas, con el objetivo de conocer las visiones de los alumnos y los docentes. De ambas se puede resaltar que los alumnos aceptaron con agrado el material (lo consultaron en varias oportunidades), lo que les permitió disipar dudas del tema puntual y de otros subyacentes. Además, manifestaron los beneficios de contar con un recurso que usara los criterios aplicados en la cátedra que les permitiera experimentar por ellos mismos, y verificar su comprensión del tema. Los docentes expresaron que recibieron consultas más específicas y menos sobre conceptos básicos, ya que los alumnos adquirieron esos conocimientos a través de los OAs.

Podemos concluir que fue una experiencia exitosa, tanto para los alumnos como para los docentes. Además cabe destacar que la metodología CROA facilitó el desarrollo de los OAs, guiándonos en su construcción y permitiendo documentar las decisiones tomadas en cada fase. En consecuencia esta experiencia la tomamos como un punto de partida para construir otros OAs para la asignatura. En un trabajo futuro inmediato, se reutilizará uno de ellos para la definición de otro tipo de árboles balanceados, como son los árboles Red Black.

Referencias

1. Sanz, C., Barranquero, F., Moralejo, L.: Metodología para la Creación de Objetos de Aprendizaje (Metodología CROA), <http://croa.info.unlp.edu.ar>
2. Convocatoria de la Facultad de Informática de la UNLP. <http://ead.info.unlp.edu.ar/>
3. Adel'son-Vels'kii, G. M., Landis, E. M.: An algorithm for the organization of information Soviet Mathematics Doklady 3, 1259-1263 (1962).
4. Aho, A., Hopcroft, J., Ullman, J.: Data Structures and Algorithms. Addison-Wesley (1983)
5. Weiss, M.A.: Data Structures and Algorithm Analysis (2nd Ed.). Addison-Wesley (1995).
6. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L., Stein, C.: Introduction to Algorithms, Second Edition. The MIT Press-McGraw-Hill Book Company (2001).
7. Weiss, M.A.: Data Structures and Algorithm Analysis in Java. Addison-Wesley (2007).
8. Preiss, B.R.: Data Structures and Algorithms with Object-Oriented Design Patterns in Java. John Wiley & Sons (1998).
9. Wiener, R., Pinson, L.J.: Fundamentals of OOP and Data Structures in Java. Cambridge University Press (2001).
10. Mark Allen Weiss, <http://users.cis.fiu.edu/~weiss/>
11. eXeLearning net version 2.0, <http://exelearning.net/>
12. LOM - IEEE LTSC.(2002). Draft Standard for Learning Object Metadata, http://129.115.100.158/txlordocs/IEEE_LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
13. OGV, <http://www.vorbis.com/>
14. Aplicación para construir y visualizar los árboles AVL, <https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/AVLtree.html>
15. webArdora.net, http://webardora.net/index_cas.htm
16. Encuesta para los docentes auxiliares de Algoritmos y Estructuras de Datos, https://docs.google.com/forms/d/1eGUe9ZbZr4A3LkqgiLrMxMF_Hbib1YoHGp8L4TKwgjQ/viewform
17. Encuesta para los alumnos de Algoritmos y Estructuras de Datos, <https://docs.google.com/forms/d/11qPGaZyx27QullIMBjod2GVxc5KJWFdachDrbIHpUE6k/viewform>