

Estructuras de Datos en Computación: Aprendizaje mediado a través del Diseño Digital Centrado en el Usuario.

Etelvina Archundia Sierra

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

etelvina@cs.buap.mx

Carmen Cerón Garnica

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

mceron@cs.buap.mx

María del Rocío Boone Rojas

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

rboone@cs.buap.mx

Resumen

En la actualidad el uso de las *Tecnologías de la Información y Comunicación* en la educación facilita el aprendizaje en temas complejos por el grado de abstracción en Ciencias de la Computación. En lo referente a la solución de problemas en programación el estudio de *Algoritmos y Estructuras de Datos* requiere de sólidas bases para su aprendizaje puesto que incide en conocimientos para la aplicación de almacenar, manipular y ordenar los datos mediante la lógica de algoritmos; el tema se relaciona también con la calidad del software. La presente investigación tiene la finalidad del desarrollo de una alternativa de aprendizaje para evitar la deserción basándose en la aplicación de la metodología del *Diseño Centrado en el Usuario* y los estudios de *Interfaces Gráficas* para el aprendizaje de las *Estructuras de Datos* clasificadas en lineales y no lineales, presentándose el *análisis, diseño, codificación y pruebas de Usabilidad* de Jakob Nielsen.

Palabras clave: aprendizaje, estructuras de datos, TIC

Introducción

En la actualidad el uso del software como herramienta de enseñanza facilita el aprendizaje de conceptos fundamentales para las diversas profesiones, el diseño de las Interfaces Gráficas propicia el aprendizaje a través de las cuales el usuario interactúa de forma *amigable* (Guerrero, 2013), construyendo los nuevos conocimientos a través de: imágenes, sonidos, videos, lecturas y animaciones.

En el caso de la profesión en computación el aprendizaje de *Algoritmos y Estructuras de Datos* se considera fundamental en la lógica para la solución de problemas en programación (Cairó y Guardati, 2006). La aplicación de las *Tecnologías de la información y la Comunicación TIC*, y el estudio del *Diseño Centrado en el Usuario* (Archundia, 2014) facilita el desarrollo para el aprendizaje de los *Algoritmos y Estructuras de Datos*.

El objetivo general del artículo de investigación es presentar las alternativas de aprendizajes mediadas por las *TIC* (Boneu, 2007) para propiciar el aprendizaje de las estructuras de datos lineales y no lineales (Larry, 2005) en la solución de problemas en programación aplicando la metodología del *Diseño Centrado en el Usuario* y los estudios de las pruebas de usabilidad, el cual consiste en seis etapas mostradas en la Figura 1. En la primera y segunda etapa se analizan e identifican las tareas de aprendizaje significativas de los contenidos de las teorías de *Algoritmos y Estructuras de Datos* en lo referente a la clasificación de las estructuras lineales y no lineales, en la tercera etapa se desarrolla el diseño de los materiales didácticos digitales de los temas y sub-temas, en la cuarta etapa se refiere a la implementación y en la quinta se valora mediante la prueba de usabilidad aplicando las heurísticas de Jakob Nielsen (2004) el grado de satisfacción de los usuarios, y en la última etapa se generan los reportes obtenidos de la evaluación del diseño.

En lo referente al *Diseño Centrado en el Usuario* se desarrolla la arquitectura jerárquica cognitiva con los conocimientos, habilidades y evaluación de los *Algoritmos y Estructuras de Datos* clasificadas en *lineales* y *no lineales* donde el usuario interactúa con los materiales digitales con la finalidad de lograr el aprendizaje significativo de los temas y subtemas.



Figura 1. Diagrama de las etapas del Diseño Centrado en el Usuario para el aprendizaje de los Algoritmos y Estructuras de Datos.

Desarrollo Digital del Análisis y Diseño Centrado en el Usuario.

En el análisis e identificación de las tareas las teorías de los *Algoritmos y Estructuras de Datos* se clasifican en *lineales* y *no lineales* de acuerdo a la relación entre los elementos que la conforman. En las estructuras lineales se encuentran la: *Lista, Pila y Cola*, sus elementos tienen una relación de uno a uno, las cuales se representan en la Figura 2.

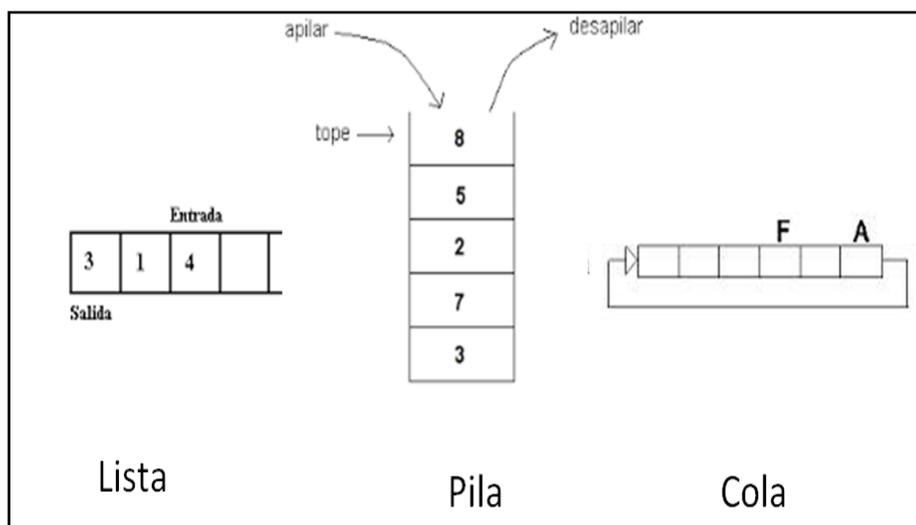


Figura 2. Estructuras de Datos lineales

En las estructuras *no lineales* se encuentran los *Árboles y Grafos*, sus elementos tienen una relación de *uno a muchos, de muchos a uno y de muchos a muchos*, las cuales se representan en la Figura 3.

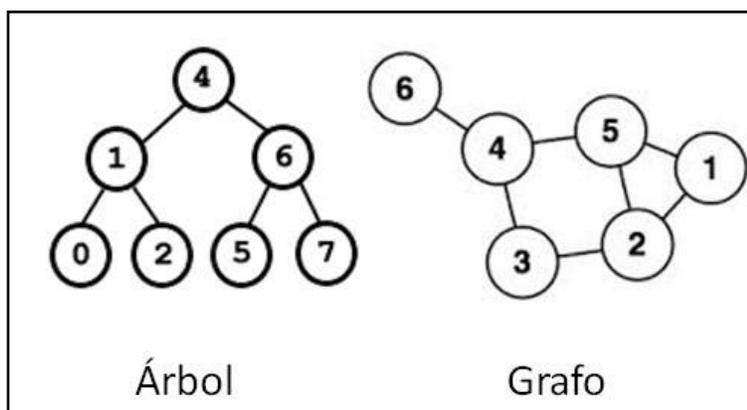


Figura 3. Estructuras de Datos no lineales

Para el análisis de las tareas se establecen los temas de las estructuras *lineales y no lineales*, los cuales incorporan la definición de la lógica y las actividades de aprendizaje.

A continuación se mencionan las definiciones de los conceptos de los temas y sub-temas:

- *Lista* que contiene un número variable de elementos que se encuentran relacionados y se hace referencia a una variable de inicio y final de tal manera que para acceder se ubica el primer elemento de la lista y luego acceder al siguiente.
- *Pila* se define como una estructura de datos en la que sólo se puede operar por uno de los extremos; se le considera una estructura de datos tipo *LIFO* (*Last in, First out*) lo cual indica que los elementos se sacan en el orden inverso al que se insertan.
- *Cola* es una estructura de datos en la cual los elementos se insertan en un extremo y se sacan del otro *FIFO* (*First in, First out*) lo cual indica que el primer dato en entrar es el primero en salir.
- *Árboles* se le considera una estructura de datos jerarquizada; se constituye por una colección de elementos llamada nodos. Cada nodo con la excepción de la raíz se le considera un nodo padre; y cada nodo puede tener cero o más hijos que descienden de él.
- Grafo se identifica por una colección de nodos (o vértices) unidos por un conjunto de arcos (aristas).

Los subtemas contienen las tareas de identificar las estructuras y funciones de cada una de las estructuras lineales y no lineales; tal es el caso de la estructura *Lista* la cual se clasifica en: simple, doble y circular; y de los recorridos de los Árboles en: pre-orden, post-orden e in-orden.

El *Diagrama de Casos de Uso* (Braude, 2003) muestra en la Figura 4 las acciones del usuario respecto de los temas, sub-temas, materiales didácticos digitales y la evaluación desarrollados en el análisis de las tareas.

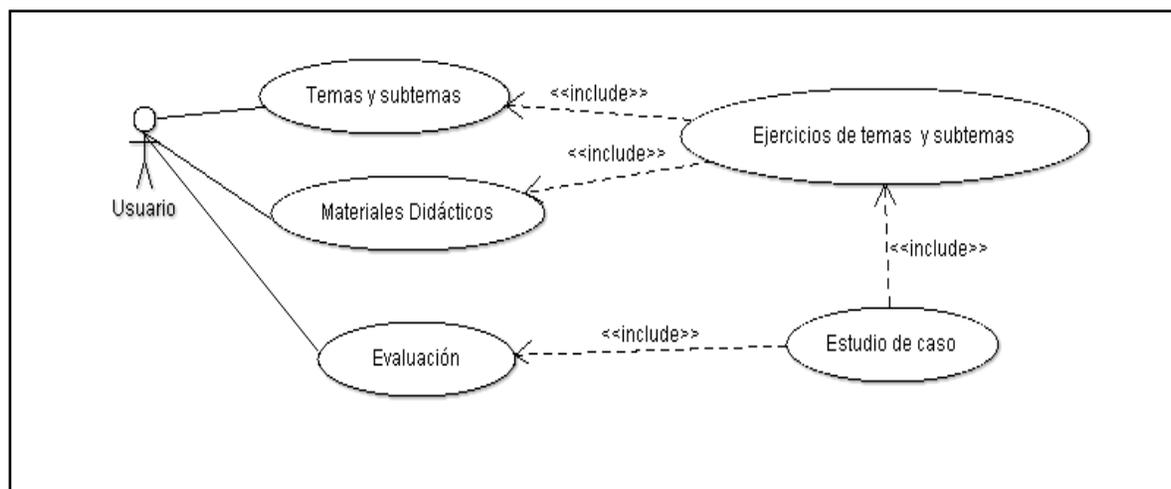


Figura 4. Diagrama de Casos de Uso de las acciones del usuario

Las tareas del usuario implican las actividades a través de la interacción hombre- máquina con los materiales digitales, las cuales conllevan la mayoría de las veces a una entrada proporcionada por el usuario y una salida al mismo, contribuyendo a que el puente entre la máquina y el hombre se realice mediante la interacción, la cual se guía por la *Arquitectura del Diseño* presentada en la Figura 5; posteriormente el *diseño del concepto funcional* y el *diseño visual* se utilizan para afinar las interfaces mediante las metáforas basadas en conceptos familiares para el usuario, un ejemplo se muestra en la Figura 6, donde el usuario selecciona en la ventana de materiales didácticos de *Algoritmos y Estructuras de Datos* los temas y sub-temas, mostrándose del lado derecho documentos textuales, gráficas, videos, esquemas y dibujos; también se incluye en la ventana la ayuda para guiar el funcionamiento de los materiales.

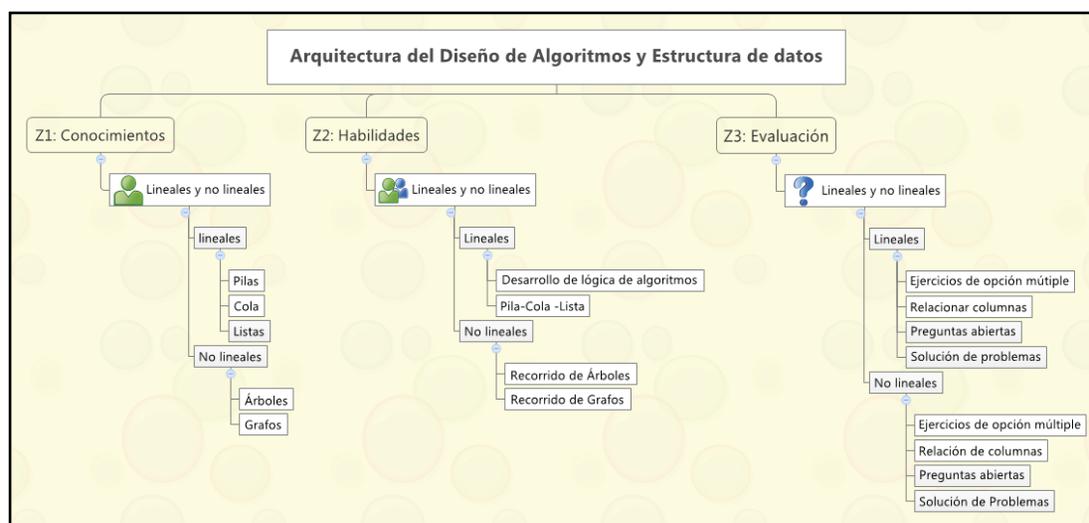


Figura 5. Arquitectura del Diseño de Algoritmos y Estructuras de Datos

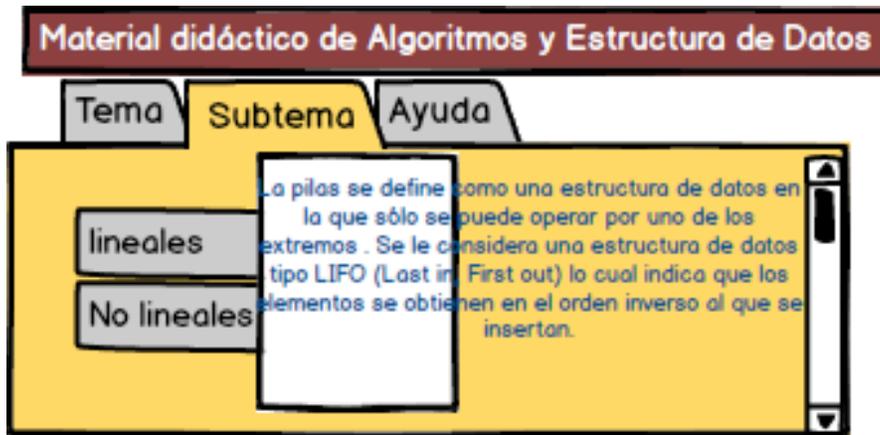


Figura 6. Diseño de la interfaz de los temas

El *Diseño Centrado en el Usuario* para el aprendizaje de *Algoritmos y Estructuras de Datos: lineales y no lineales* requiere de la interacción con el usuario a través de las interfaces. A continuación se listan las interfaces para la interacción con los materiales digitales de los temas, sub-temas, evaluación y ayuda.

- *Abrir la Interfaz Principal:* esto genera la base para todas las funciones de la aplicación.
- *Abrir la interfaz de Temas:* en esta interfaz el usuario visualiza los temas principales tratados en la asignatura de *Algoritmos y Estructuras de Datos*. Los temas principales se clasifican en las estructuras de datos *lineales* y *no lineales* de acuerdo a la relación entre los elementos que la conforman. En las estructuras lineales se encuentran la: *Lista, Pila y Cola*. En las estructuras no lineales se encuentran los *Árboles y Grafos*.
- *Abrir interfaz de Sub-Temas:* en esta interfaz el usuario podrá visualizar el contenido temático de cada uno de los subtemas que contiene la materia de *Algoritmos y Estructuras de Datos*, esto con el fin de que el usuario genere un conocimiento sobre un tema específico, o reafirme los conceptos aplicados en su aprendizaje. Un sub-tema se refiere por ejemplo a los tipos de *Listas y de Árboles*.
- *Abrir interfaz de Evaluación:* en esta interfaz el usuario visualiza las preguntas con respuestas en el formato de opción múltiple, que deberá contestar y le ayudará a aplicar el conocimiento previamente dado en un cuestionario sencillo pero especializado en los temas de la materia de

Algoritmos y Estructuras de Datos, en esta interfaz el usuario visualiza preguntas específicas de un subtema, o todas las preguntas referentes a los temas.

- *Abrir la interfaz de Ayuda*: en esta interfaz el usuario visualiza una pequeña ayuda acerca del funcionamiento del sistema y la explicación de todos los elementos que componen cada interfaz.

Implementación y Pruebas Usabilidad

La implementación se realizó en *Hyper Text Markup Language, versión 5 HTML5* por la variedad de dispositivos para acceder a internet y la diversidad de interfaces disponibles para interactuar con la Web y también con JavaScript; cabe mencionar que la implementación se basó en la arquitectura y las maquetas diseñadas.

A continuación se muestran las interfaces implementadas en los materiales didácticos para el aprendizaje de *Algoritmos y Estructuras de Datos: lineales y no lineales*. La Figura 7 muestra la ventana de selección del tema y la opción de evaluación para valorar los conocimientos previos al tema por parte del estudiante.

En la Figura 8 se representan las opciones del conocimiento y la habilidad en la implementación de las *Estructuras de Datos* utilizando el lenguaje Java estudiado por Joyanes (2002) y Goodrich (2004)



Figura 7. Pantalla de selección de temas y opción para realizar la evaluación.

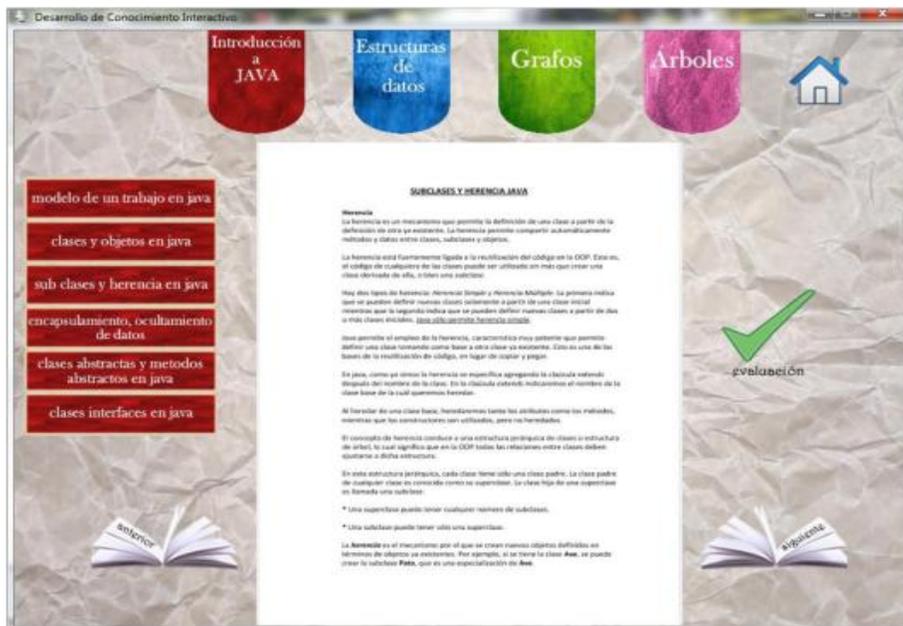


Figura 8. Pantalla de selección de temas y aplicación de las estructuras de datos en Java.

La Figura 9 muestra la interfaz de una pantalla para la evaluación del lenguaje de programación para la aplicación e implementación de las *Estructuras de Datos*. Desarrollada la implementación y funcionalidad de los materiales digitales se procede a las pruebas de usabilidad basada en los estudios de Nielsen, J. (2004) referentes a las *heurísticas de usabilidad* aplicadas a las tareas de las actividades a realizar por el usuario. Uno de los aspectos a atender es la organización de los temas y sub-temas del aprendizaje (Solano, 2010) de las estructuras lineales y no lineales; además de la arquitectura diseñada para los aprendizajes significativos. Las heurísticas de Nielsen muestran la valoración de los requerimientos establecidos por el análisis y *Diseño Centrado en el Usuario*.

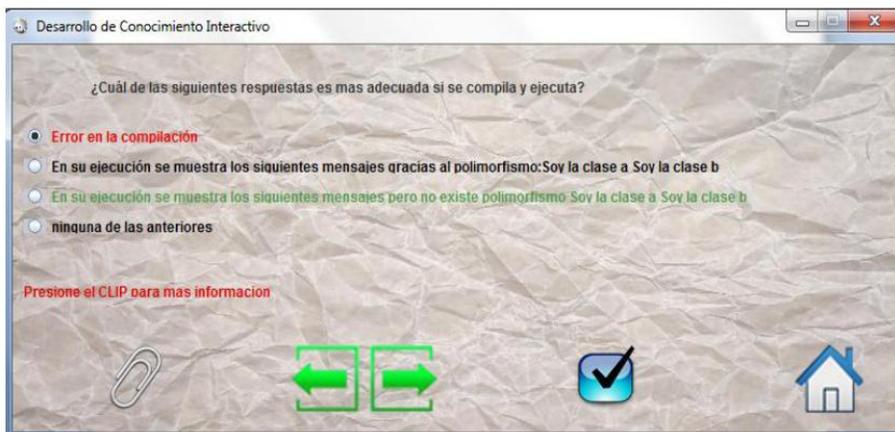


Figura 9. Pantalla de evaluación del lenguaje para la aplicación de las estructuras de datos en Java.

La prueba de usabilidad se aplicó a cuatro estudiantes de la *Ingeniería en Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP*. Las heurísticas se miden en una escala de likert donde la valoración corresponde a: 5 = total acuerdo, 4= de acuerdo en ciertos aspectos, 3 = indeciso, 2 = en desacuerdo en ciertos aspectos y 1 = total desacuerdo.

A continuación se mencionan las heurísticas a valorar:

1. Visibilidad del estado del sistema
2. Similitud entre el sistema y el mundo real
3. Control por parte del usuario y libertad
4. Consistencia y estándares
5. Prevención de errores
6. Reconocimiento en vez de memorización
7. Flexibilidad y eficiencia de uso
8. Estética y diseño minimalista
9. Ayuda a usuarios para reconocer, diagnosticar, y recuperarse de errores
10. Ayuda y documentación

En la gráfica de la Figura 10 se representa el análisis de los datos; los aspectos relevantes en satisfacción al usuario se muestran en: visibilidad del estado del sistema, similitud entre el sistema y el mundo real, el control por parte del usuario y libertad, y por último la flexibilidad y eficiencia de uso.

El reconocimiento en vez de la memorización y la estética y diseño minimalista requiere mejorar por parte de los diseñadores de la interfaz.

Los aspectos que se deben atender es la prevención de errores y la ayuda a los usuarios para reconocer, diagnosticar, y recuperarse de errores.

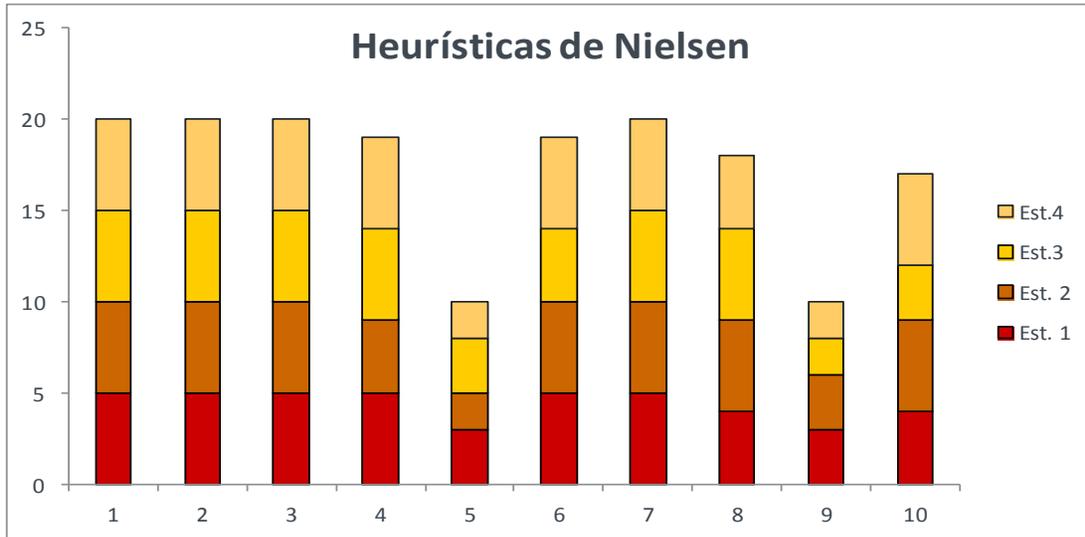


Figura 10. Gráfica de la valoración del Diseño Digital de materiales didácticos de Algoritmos y Estructuras de Datos: lineal y no lineal

Conclusión

El uso de las TIC para el aprendizaje se ha convertido en un medio para la educación que requiere de estudio e investigación para su desarrollo y aplicación. Dentro del área de las ciencias exactas y en específico de la disciplina de las *Ciencias Computacionales* el aprendizaje del contenido de la materia de *Algoritmos y Estructuras de Datos*, requiere de atención al considerarse la base para determinar la calidad en el desarrollo de software en la solución de problemas estudiados por Sommerville (2011) y Schach (2005) en lo referente a la arquitectura de la metodología de *Ingeniería de Software* ; por otro lado el estudio de las teorías de enseñanza aprendizaje indican las diferencias entre los estudiantes para aprender por lo que el uso de las TIC permite al estudiante elegir los temas y contenidos, encontrando otra alternativa en su aprendizaje para su formación profesional en computación.

El desarrollo de los materiales *didácticos digitales* resultó interesante pues se pudo probar con la metodología del *Diseño Centrado en el Usuario*, para el aprendizaje de las *Estructuras de Datos: lineales y no lineales* al considerarse entendibles y agradables al usuario cumpliendo con los requerimientos y objetivos de los materiales a través de las pruebas de usabilidad.

Agradecimientos

La presente investigación se realizó gracias a la participación de Marco Nazario López Ortiz, Teresa Tapia Canalizo, Torres Toxqui Víctor Manuel y Cisneros Cervantes Kevin Alberto, integrantes del equipo de trabajo de Interacción Humano Computadora de la Facultad de Ciencias de la Computación y de la Dirección General de Planeación Institucional de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Bibliografía

- Archundia, E. (2014). Ambientes Colaborativos para la Enseñanza de las Ciencias y las Tecnologías. Fomento Editorial BUAP, pp. 3 -22.
- Boneu, J.: Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), 4 (1), UOC 36-47. (2007), Recuperado el 9 de noviembre de 2014 en <http://www.uoc.edu/rusc/4/1/dt/esp/boneu.pdf>
- Braude, J. (2003). Ingeniería de software: Una perspectiva orientada a objetos. Alfaomega, México.
- Cairó O y Guardati S. (2006). Estructuras de Datos (3ª edición). México MC Graw Hill.
- Goodrich, M., Tamassia, R (2004). Data Structures & Algorithms in Java (4a ed.) Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.

- Guerrero García J., et al. (2013). El Desarrollo de los Recursos Digitales para la Educación en México. Fomento Editorial BUAP. pp. 55 -69.
- Joyanes,J.,L.,(2002) Programación en Java 2, México: Mc-Graw Hill.
- Larry R. Nyhoff (2005). TADs Estructuras de Datos y Resolución de Problemas con C++ (2ª ed). México: Pearson.
- Nielsen, J. (2004) *Ten Usability Heuristics*, Artículo, useit.com: JakobNielsen's Website. USA. Extraído el 4 de noviembre de 2014, en http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html
- Schach, S.R. (2005). Análisis y Diseño Orientado a Objetos con UML y el Proceso Unificado. México: McGraw-Hill.
- Solano A., Parra C., Collazos C., y Méndez (2010). Evaluación de Usabilidad de Software desde una Perspectiva Colaborativa, en Conferencia Latinoamericana de Medios Audiovisuales en Red – LACNEM 2010, Cali, Colombia. pp. 42-47.
- Sommerville, I. (2011) Ingeniería de Software. México: Pearson