

Propuesta de aplicación educativa en línea para crear diagramas E-R

Proposal of online educational application for creating E-R diagrams

Jazmín Martínez-Samora

Universidad Autónoma Metropolitana

2123064266@alumnos.cua.uam.mx

Carlos R. Jaimez-González

Universidad Autónoma Metropolitana

cjaimez@correo.cua.uam.mx

Resumen

El modelo Entidad-Relación (E-R) es una herramienta conceptual que describe con detalle datos y situaciones reales a través de entidades, relaciones y atributos. El modelo mantiene una visión general del diseño y favorece la comunicación entre diseñadores de bases de datos. Este artículo presenta una propuesta de aplicación educativa en línea para la creación de diagramas E-R. Con esta aplicación, orientada a cursos de bases de datos de licenciatura, el docente puede diseñar ejemplos y ejercicios para los estudiantes. Asimismo, el estudiante puede modificar y visualizar sus diagramas en el momento que lo desee. Una característica importante de esta aplicación en línea es que permite la creación de modelos E-R extendidos.

Palabras clave: diagrama entidad-relación, base de datos relacional, aplicación en línea, tecnología educativa, aplicación educativa.

Abstract

The Entity-Relationship (E-R) model is a conceptual tool for describing data, which is composed of entities, relationships and attributes for detailing a real situation. The model allows maintaining a general vision of the design and favoring the communication among database designers. This paper presents a proposal of an online educational application which will allow the practice on the creation of E-R diagrams. This application will be orientated to undergraduate database courses, and will allow the teacher to design examples and exercises to be resolved by students. On the other hand, students will be allowed to modify and visualize their diagrams at any time. An important feature of this online application is that it will allow the creation of extended E-R models.

Key words: entity-relationship diagram, relational database, online application, educational technology, educational application.

Fecha recepción: Febrero 2016

Fecha aceptación: Junio 2016

Introducción

Con el surgimiento de la web 2.0 aparecieron nuevas herramientas que permiten a los estudiantes dejar de ser solamente receptores de información. Dichas herramientas les han dado la oportunidad de interactuar, crear, compartir y adquirir conocimientos; además, ofrecen instrumentos de simulación, trabajo colaborativo, herramientas de auto evaluación, etcétera, que permiten mejorar la eficacia del proceso enseñanza-aprendizaje (Pastor, 1998). Aunque existe una gran variedad de herramientas web que ayudan a los estudiantes a practicar sus conocimientos, esta propuesta se enfoca en las herramientas para diagramar modelos Entidad-Relación (E-R).

Las herramientas para diagramar son aquellas que permiten representar las ideas, los detalles y la estructura de algún problema en particular; hacen que sea más fácil para los diseñadores encontrar problemas de inconsistencia y además utilizan diferentes técnicas de dibujo: libre, arrastrado y suelto (Gero et al., 2008). El principal beneficio de estas herramientas es que desarrollan el pensamiento lógico de los estudiantes para la solución de problemas específicos (Cela, Fuentes, Alonso y Sánchez, 2010).

El modelo E-R es una herramienta conceptual para la descripción de datos y consta de entidades, relaciones y atributos para detallar una situación real. El modelo asimismo permite mantener una visión general del diseño y favorece la comunicación entre diseñadores (Ancira y Gutiérrez, 2011).

Debido a la importancia del modelo E-R y de las herramientas para diagramar, esta propuesta describe una aplicación educativa en línea para crear diagramas a partir de dicho modelo. El resto del artículo se organizó de la siguiente manera: primero se presentan los antecedentes de la propuesta, luego el planteamiento del problema, más adelante las herramientas relacionadas con la propuesta, después la propuesta y, por último, las conclusiones y el trabajo futuro.

Antecedentes

Con el arribo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) a la educación, se han presentado cambios en las formas de hacer, crear, pensar y contribuir. El uso de las TIC como herramienta académica ha hecho que los estudiantes tengan mayor acceso a la información y a las diversas herramientas web que apoyan el proceso enseñanza-aprendizaje (López de la Madrid, 2007).

A partir de la expansión de internet y su uso en las instituciones educativas han surgido diversas aplicaciones y herramientas de apoyo, las cuales están disponibles para múltiples tecnologías, como las aplicaciones móviles, telecomunicaciones, videojuegos, etcétera (Ancira y Gutiérrez, 2011).

Las TIC ofrecen mejores experiencias de enseñanza-aprendizaje a través de nuevos recursos (López de la Madrid, 2007). Las aplicaciones web son uno de estos recursos, los cuales permiten que el estudiante ponga en práctica sus conocimientos, evalúe su propio desempeño y actúe en consecuencia (Pérez y Monzalvo, 2010).

Una manera muy útil de aprender es mediante la práctica, por lo que las herramientas que apoyan la práctica son muy importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un ejemplo de estas herramientas son las aplicaciones de diagramación, cuya utilidad es representar gráficamente los procedimientos, así como la secuencia de su ejecución. También permiten descubrir errores de lógica y los detalles que faltan en el diseño, es decir, con su ayuda los estudiantes pueden elaborar un diseño lógico que les permita resolver un problema específico. Otra ventaja de estas herramientas es que propician que el estudiante desarrolle el pensamiento lógico y por tanto solucione gráficamente problemas (Cela, Fuentes, Alonso y Sánchez, 2010).

Así como existen diagramas para representar procedimientos de programación, en el caso del diseño de bases de datos existen los diagramas E-R, que son una herramienta gráfica para diseñar bases de datos.

Las bases de datos son una colección de estos que representan la información relevante de una empresa, universidad, negocio, etcétera. Para describir la estructura lógica de una base de datos hay herramientas conceptuales que detallan los datos, las relaciones, la semántica y las restricciones de consistencia. El modelo E-R es una de estas herramientas, la cual fue propuesta por Peter Chen en 1976. Dicho modelo interpreta el mundo como un conjunto de entidades y sus relaciones. Las entidades son cosas que se distinguen de otros objetos, los cuales a su vez se describen mediante un conjunto de atributos; por último, una relación es la asociación de varias entidades (Silberschatz, Korth y Sudarshan, 2002). El diagrama E-R consta gráficamente de los siguientes elementos básicos: 1) rectángulos que representan un conjunto de entidades; 2) elipses que representan atributos; 3) rombos que simbolizan las relaciones entre conjuntos de entidades; 4) líneas que unen los atributos con los conjuntos de entidades y los conjuntos de entidades con las relaciones.

Este modelo permite al diseñador revisar si el esquema satisface todos los requisitos de datos y si no hay conflictos de redundancia o inconsistencia (Silberschatz, Korth y Sudarshan, 2002).

En la actualidad, el diagrama E-R se ha convertido en el marco conceptual de las bases de datos, y por ello se han hecho muchos intentos de desarrollar herramientas web que ayuden a solucionar problemas de diagramas E-R. En la licenciatura de nuestra facultad se imparte el curso de Bases de Datos, donde se revisa el modelado de datos, entre otros contenidos. Esta propuesta describe una aplicación en línea con la que el estudiante puede crear y modificar diagramas E-R a partir de problemas determinados.

Planteamiento del problema

El modelado E-R de bases de datos contiene conceptos fáciles de aprender, sin embargo, llevar a efecto la práctica no es fácil. Uno de los principales inconvenientes es que para cada problema dado puede haber más de un modelo E-R correcto. En consecuencia, para poder tener éxito en su proceso de aprendizaje los estudiantes requieren practicar de manera continua.

Debido a que los diagramas E-R son muy importantes para el diseño de bases de datos, se necesita una herramienta para poner en práctica los conocimientos adquiridos en clase; si el estudiante los domina a la perfección le será más fácil trasladar el significado de los datos de un problema a un esquema conceptual, el cual después podrá ser traducido a un modelo relacional e implementado en una base de datos real.

Si el estudiante recibe apoyo fuera del salón de clase, estará facultado para el diseño de diagramas E-R, los cuales son muy importantes en diversas áreas laborales: científica, industrial, comercial, etcétera.

A pesar de las diversas aplicaciones web que ayudan a desarrollar habilidades en el diseño de diagramas E-R, existen herramientas que solo almacenan algunos diseños, que no cuentan con ejercicios dirigidos al estudiante, que solo tienen los elementos básicos del modelo E-R, o que no tienen un precio accesible.

Por todo lo anterior se propone una aplicación en línea que permita al estudiante practicar la creación de estos diagramas. Con ella el docente puede diseñar ejemplos y ejercicios para los estudiantes. Por otro lado, el estudiante puede modificar y visualizar sus diagramas en el momento que desee, siempre y cuando tenga acceso a internet; modificar y crear diagramas en un área de trabajo y contar con un tutorial con el objetivo de ejemplificar el uso de la herramienta de diagramación de modelos E-R. Un aspecto importante es que se podrán crear modelos E-R extendidos.

Herramientas existentes

Existen herramientas similares a la propuesta por este artículo, por ejemplo, modelado Entidad-Relación (Prados, Boada, Soler y Poch, 2006), ER Modeler (Zhou et al., 2004), Draw.io (Drawio, 2015). Creately (Creately, 2015) y Gliffy (Gliffy, 2015).

Herramienta web para el modelado Entidad-Relación

Esta herramienta (Prados, Boada, Soler y Poch, 2006) fue desarrollada para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en los niveles de técnico e ingeniero en computación de la Universidad Politécnica de Girona, España. Cuenta con dos módulos: el primer módulo es la interfaz del estudiante y el segundo de corrección de diagramas E-R. La interfaz del estudiante tiene entre sus características la definición de un problema a resolver, las diferentes funciones para diseñar un diagrama E-R, y un botón con el cual se comunica al estudiante con el sistema de corrección y que lo retroalimenta con la solución que haya propuesto. En el módulo de corrección de diagramas E-R se corrige automáticamente la solución propuesta por el estudiante.

Esta herramienta es útil para los cursos introductorios de bases de datos; sin embargo, una desventaja es que no le permite al estudiante desarrollar el pensamiento lógico y determinar cuáles son los elementos necesarios (entidades y atributos) para resolver el problema, ya que proporciona automáticamente los atributos necesarios para el diagrama.

ER Modeler

ER Modeler (Zhou et al., 2004) es un *plug-in* que se integra a Eclipse. Esta herramienta ofrece un entorno de desarrollo gráfico que soporta el lenguaje de marcado extensible (*eX-tensible Markup Language*, XML por sus siglas en inglés) y el lenguaje de definición de datos (*Data Definition Language*, DDL por sus siglas en inglés). También permite la conexión con una base de datos y la opción de creación de un tipo especial de diagramas E-R. Cabe señalar que esta herramienta no solo permite diseñar un modelo de datos lógico, sino también es compatible con el modelo de diseño de datos físico.

Esta es una herramienta que se utiliza como ayuda pedagógica, ya que su funcionalidad es enseñar a los estudiantes los conceptos principales del diseño de bases de datos. ER Modeler está conformado por el módulo de función primaria, el cual tiene dos *plug-ins* independientes: el *plug-in* editor de diagramas E-R que permite la creación de diagramas E-R y el *plug-in* para la generación de DDL que permite la conexión a una base de datos y la creación de tablas.

El *plug-in* editor del modelo E-R contiene el editor de diagramas para crear y editar los diseños E-R. El editor contiene los tres objetos básicos de los diagramas E-R: entidad, relación y atributos; la apariencia de las entidades es parecida a la de un objeto UML, los atributos se

encuentran en el cuerpo del diagrama y las relaciones entre entidades tienen la representación que se usa en el diagrama E-R típico. El conjunto de entidades se muestra como una caja rectangular. Cabe señalar que como trabajo futuro esta herramienta busca que los objetos necesarios para el diseño de los diagramas E-R se puedan arrastrar y soltar al espacio de trabajo, ya que actualmente no se hace de esta manera.

Draw.io

Es una herramienta en línea gratuita (Drawio, 2015) para la creación de diagramas, construida a partir de la herramienta mxGraph. Está disponible para uso personal, académico y para investigación; permite crear diversos diagramas: diagramas UML, diagramas E-R, diagramas de flujo, entre otros. Draw.io es un sistema que permite el arrastrado y soltado de los objetos. Con respecto a los diagramas E-R, Draw.io solamente cuenta con los elementos básicos para este modelo.

Esta herramienta cuenta con un área de trabajo, un área de búsqueda de objetos, una barra de herramientas básicas, una barra de edición y un área de edición del objeto. El área de trabajo permite el arrastrado y soltado de los objetos; el área de búsqueda de objetos cuenta con un cuadro de búsqueda de objetos, y tiene una lista con el nombre de las colecciones disponibles en el sistema; la barra de herramientas básica tiene los menús de archivo, editar, vista, formato, ayuda, entre otros; la barra de edición cuenta con un botón de zoom, un botón para cambiar el tipo de letra y el tamaño, tiene botones para crear conectores entre objetos y, por último, un botón para el diseño del área de trabajo. El área de edición del objeto permite editar el objeto seleccionado; se puede cambiar el color de letra, de fondo y de línea, además de seleccionar el tipo de letra, alineación y tamaño de letra; asimismo, se puede cambiar el tamaño y la posición de la figura.

Creately

Es una herramienta web de diagramación (Creately, 2015) desarrollada por la empresa australiana Cinergix Pty Ltd y lanzada al mercado en septiembre de 2009. Esta herramienta fue creada principalmente para el beneficio de diseñadores web, consultores de negocios, desarrolladores de software, estudiantes, etcétera. Entre los diagramas que pueden realizarse en el sistema están los siguientes: diagramas de flujo, organigramas, maquetas de interfaz de usuario, diagramas de

bases de datos, diagramas de clases, entre otros. La herramienta permite la selección de objetos, arrastrarlos y soltarlos. Dentro de las características y elementos más importantes del sistema están las siguientes: manejo de usuarios; creación y modificación de diagramas; área de elementos básicos; barra de herramientas contextuales; barra de herramientas básicas; área de características y colaboración; área de trabajo; tutorial de uso. Creately tiene un costo para su uso, pero se puede utilizar de forma gratuita para almacenar únicamente cinco diagramas.

Gliffy

Esta herramienta (Gliffy, 2015) fue fundada en 2005 por Chris Kohlhardt y Clint Dickson en San Francisco, California; es una aplicación web de gráficos que permite crear, compartir y colaborar con diagramas. Gliffy cuenta con diversas colecciones de modelos para el diseño de diagramas, tales como los siguientes: UML, de flujo, de red, organigramas, E-R, entre otros. A continuación se describen las características más importantes de la herramienta: manejo de usuarios; tutorial de uso; área de trabajo, sección de objetos y cuadro de búsqueda; barra de menú; barra de edición; menú contextual de estilo; edición de diagramas guardados.

Gliffy permite mover un elemento junto con sus conexiones, además de cambiar la cardinalidad de las conexiones. Enfocado al modelo E-R, solamente cuenta con los elementos básicos. Esta herramienta no tiene costo para la creación de los primeros cinco diagramas y la posibilidad de que otro usuario pueda colaborar en los diagramas. Sin embargo, si se desean crear más diagramas y colaborar con más de un usuario, es necesario contratar alguno de los paquetes que se ofrecen.

Otros sistemas analizados

En esta sección se encuentran otros sistemas analizados que también son relevantes, pero de los que no se encontró suficiente información para poder realizar una comparación adecuada con los demás o que describen métodos de evaluación de diagramas.

Herramienta de marcado automático de diagramas E-R. Es una herramienta (Thomas, Waugh y Smith, 2005) de revisión, la cual permite al estudiante practicar la diagramación de modelos E-R y obtener retroalimentación. El enfoque que han adoptado para la revisión de los diagramas está dividido en cinco etapas, que son: segmentación, asimilación (traducción de la imagen), identificación (conexiones), agregación (asociaciones entre dos elementos) e integración

(sentido del diagrama). La interfaz del estudiante contiene las siguientes secciones: una colección de ejercicios, una herramienta de diagramación con la cual el estudiante diseña la respuesta, y otra sección donde se muestra la solución del ejercicio.

Conceptual modeling tool for Database Systems (CODASYS). Es una herramienta (Antony y Batra, 2002) que pretende ayudar a los diseñadores novatos en el diseño de diagramas E-R. El sistema busca la prevención de errores de modelado de bases de datos. El principal aporte de este sistema es la recolección de información acerca de las diversas áreas de ciencias cognitivas, reglas y heurísticas que se han tratado de integrar a la teoría de bases de datos y algunos hallazgos empíricos del comportamiento de los diseñadores principiantes en el modelado de datos. Esta herramienta no está desarrollada y es solamente una propuesta basada en un análisis hecho por sus autores.

Herramienta web para la enseñanza de modelado de datos. Esta herramienta (Kung y Tung, 2010) es un instrumento interactivo que proporciona ejercicios de modelado de datos, para mejorar la comprensión de los estudiantes en el diseño de diagramas E-R. Asimismo, usa la normalización de base de datos clásica y tiene las siguientes características: ventana principal (con los campos para introducir los elementos); ventana de resultado (donde el estudiante verá el resultado normalizado); y ventana de diagrama E-R (donde se dibuja el diagrama E-R).

Tabla comparativa

Hablaremos aquí de cada una de las características que se encontraron después de revisar las herramientas de diseño de diagramas E-R previas.

Herramienta web: se refiere a que la herramienta es una aplicación web.

Arrastrado y soltado de objetos: los elementos se manipulan seleccionándolos y arrastrándolos al área de trabajo.

Retroalimentación: evaluación de los diagramas y envío de mensajes de error a partir de la misma.

Creación de objetos a partir de un elemento: al seleccionar un objeto (entidad, relación o atributo), se crea automáticamente un elemento; por ejemplo, a partir de una entidad podrían crearse sus atributos.

Zoom: esta característica permite enfocar el área de trabajo (efecto de acercamiento o alejamiento).

Descripción del problema: área en la cual se describe un problema a resolver.

Uso de entidades (E), relaciones (R) y atributos (A) simples: se refiere al uso de figuras como rectángulos para las entidades, elipses que representan atributos, rombos para simbolizar las relaciones entre entidades y líneas, las cuales unen los atributos con las entidades y las entidades con las relaciones.

Uso de E, R y A extendidas: se refieren a los elementos como rectángulo con líneas dobles para conjunto de entidades débiles, elipse con líneas dobles que representan atributos multivalorados, entre otras.

Manejo de usuarios: módulo que permite el registro y acceso a usuarios.

Guardado de diagramas: los diagramas se guardan para que se puedan visualizar en cualquier momento.

Edición de diagramas: permite modificar el diagrama las veces que sean necesarias.

Transformación de modelo E-R a modelo relacional: característica que permite transformar un diagrama E-R a uno relacional.

Menú de diagramas creados: área que permite al estudiante ver sus diagramas realizados durante sesiones anteriores.

Personalización: característica que permite darle formato a los diagramas (color, tipo de letra, tipo de borde, etcétera).

Trabajo colaborativo: el sistema permite que más de un estudiante trabaje en un diagrama al mismo tiempo desde diferentes lugares.

Exportación del diagrama: característica que permite exportar un diagrama a una imagen o un archivo PDF.

Ejercicios resueltos: el sistema proporciona la solución a los ejercicios propuestos.

Uso gratuito: el uso de la herramienta no tiene costo.

Tutorial uso: cuenta con un tutorial de ejemplo donde se utiliza la herramienta creada.

La tabla I menciona las características de las herramientas analizadas: H1) Herramienta web para el modelado Entidad-Relación; H2) ER Modeler; H3) Draw.io; H4) Creately; y H5) Gliffy. Aparece *Sí* en caso de que la herramienta tenga la característica, o *No* en caso de que la herramienta no la tenga.

Tabla I. Tabla comparativa de herramientas analizadas.

Características	H1	H2	H3	H4	H5
Herramienta web	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Arrastrado y soltado de objetos	No	No	Sí	Sí	Sí
Retroalimentación	Sí	No	No	No	No
Creación de objetos a partir de un elemento	Sí	No	No	Sí	No
Zoom	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Descripción del problema	Sí	No	No	No	No
Entidades, Relaciones y Atributos simples	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Entidades, Relaciones y Atributos extendidos	No	No	No	Sí	No
Manejo de usuarios	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Guardado de diagramas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Edición de diagramas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Transformación de E-R a relacional	No	Sí	No	No	No
Menú de diagramas creados	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Personalización	No	No	Sí	Sí	Sí
Trabajo colaborativo	No	No	No	Sí	Sí
Exportación del diagrama	No	Sí	Sí	Sí	Sí
Ejercicios resueltos	No	No	No	No	No
Uso gratuito	Sí	Sí	Sí	No	No
Tutorial de uso	No	No	Sí	Sí	Sí

Propuesta

La propuesta es diseñar y desarrollar una herramienta educativa en línea para crear diagramas E-R, la cual permite la práctica de conocimientos adquiridos en el curso de Base de Datos en el tema de modelado E-R. El sistema cuenta con las siguientes características generales.

Módulo manejador de usuarios. El sistema tiene dos usuarios principales: estudiante y profesor. Los profesores podrán acceder al sistema, el cual les permite diseñar ejercicios para posteriormente guardarlos en la base de datos. Por su parte, el estudiante tiene acceso a la herramienta para crear sus propios diseños o escoger un problema de la base de datos.

Herramienta para diseñar los diagramas E-R. En este módulo se proporciona la herramienta que contiene los objetos necesarios (entidades, atributos, etcétera) para crear y editar los diagramas.

Tutorial de uso. Se cuenta con un tutorial que ejemplifique el uso del sistema.

Ejercicios resueltos. Se pueden visualizar algunos ejercicios resueltos para apoyar y retroalimentar al estudiante.

Las tecnologías que se están utilizando en este proyecto son las siguientes: Java para la programación orientada a objetos; HTML, CSS y JavaScript para la programación web de lado del cliente; *Java Server Pages* (JSP) para la programación web del lado del servidor; SQL para el acceso a una base de datos relacional.

La figura 1 muestra un diseño general del aspecto de la interfaz de la herramienta web para crear diagramas E-R.

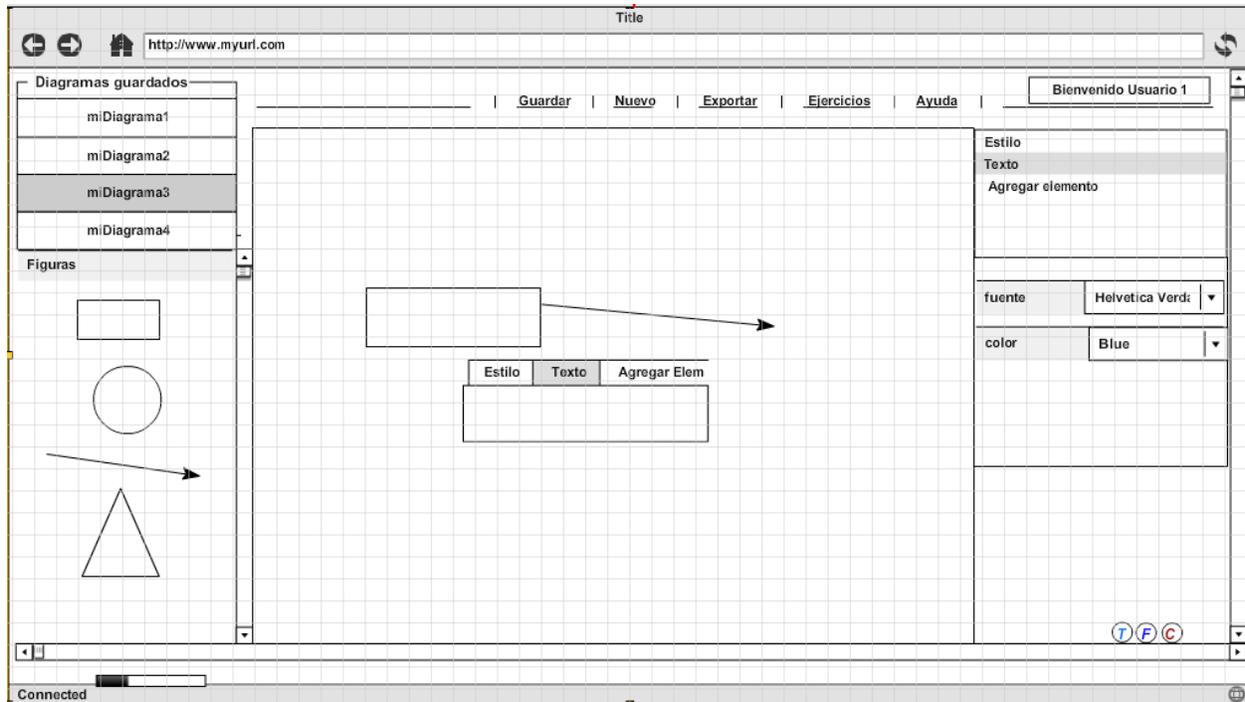


Figura 1. Diseño preliminar de la interfaz de la aplicación web para crear diagramas E-R.

La interfaz fue diseñada con MockFlow WireFramePro (MockFlow, 2015) y se pueden observar los siguientes 4 módulos principales: a) Módulo de diagramas creados; b) Módulo que contiene las figuras; c) Área de trabajo; d) Módulo de edición. También se observa un menú contextual con el cual se pueden editar las figuras.

Metodología

Durante el desarrollo de esta propuesta se han realizado algunas de las siguientes actividades, aunque otras quedan pendientes.

Elaboración del estado del arte. En esta fase se hizo una investigación a fondo de las diferentes herramientas de diagramación de modelos E-R.

Propuesta de herramienta web. Definición de características que contiene la herramienta web para crear diagramas E-R. En esta etapa se determinan aquellas propiedades que son incorporadas en la herramienta web que se va a crear.

Diseño e implementación de la base de datos. En esta etapa se diseña la base de datos que utiliza la herramienta para guardar los diagramas creados, problemas, ejercicios, usuarios, etcétera.

Diseño de la interfaz de la herramienta web. En esta etapa se diseña el acomodo de las secciones que tiene la herramienta web, tales como área de trabajo, contenedor de objetos, barras de edición, etcétera.

Diseño e implementación del área de trabajo. En este punto se desarrolla el espacio en el cual se crean y manipulan los diagramas con sus objetos correspondientes, los cuales pueden ser arrastrados y soltados.

Diseño e implementación del módulo contenedor de objetos. En esta etapa se crea el módulo que contiene los objetos (figuras) que se arrastran y sueltan en el área de trabajo, tales como entidades (rectángulos), atributos (elipses), relaciones (rombos), y sus variantes.

Diseño e implementación del módulo de diagramas creados. En esta etapa se desarrolla el módulo que permite visualizar diagramas creados por el estudiante.

Diseño e implementación de barra de herramientas contextual. En esta fase se implementa una barra que permite el acceso de manera rápida a comandos de edición de objetos (figuras), tales como cambio de nombre, color, tipo de letra, tipo de línea, etcétera. Esta barra también ofrece opciones para crear objetos a partir del que ha sido seleccionado.

Diseño e implementación del manejo de usuarios. En esta fase se crea el módulo que maneja las cuentas de usuarios. Se manejan dos usuarios principales: estudiante y profesor.

Diseño e implementación del módulo de edición de problemas y ejercicios. En este módulo el profesor puede crear problemas para que sean resueltos por los estudiantes, así como ejercicios ya resueltos (diagrama incluido).

Diseño e implementación de módulo de visualización de problemas y ejercicios. En esta sección se crea el módulo en el cual el estudiante puede visualizar los problemas creados por los profesores. También tienen acceso a la herramienta de diagramación.

Pruebas de la herramienta. Esta etapa es para realizar las pruebas de integración de la herramienta, ya que cada módulo es probado de manera unitaria.

Evaluación de la herramienta web. En esta parte se cuenta con el apoyo de estudiantes para probar la funcionalidad de la herramienta, donde se hacen las observaciones necesarias para su mejora.

Conclusiones y trabajo futuro

El presente artículo presenta una propuesta de aplicación educativa en línea para la creación de diagramas Entidad-Relación. Esta aplicación está orientada a cursos de bases de datos de licenciatura, y permite al docente diseñar ejemplos y ejercicios para que sean resueltos por los estudiantes. Asimismo, permite al estudiante modificar y visualizar sus diagramas en el momento que lo desee. Una característica importante de esta aplicación en línea es que permite la creación de modelos E-R extendidos.

Como trabajo futuro se planea concluir el desarrollo de la aplicación educativa en línea y generar un conjunto de problemas para llevar a cabo pruebas de usabilidad y efectividad con estudiantes de cursos sobre bases de datos.

Bibliografía

- Ancira, A. Z., y Gutiérrez, F. M. (2011). Integración y apropiación de las TIC en los profesores y los alumnos de educación media superior. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 3(1), 1-10.
- Antony, S., Batra, D. (2002). CODASYS: a consulting tool for novice database designers. *ACM SIGMIS Database*, 33 (3), 54-68.
- Cela, K., Fuentes, W., Alonso, C. y Sánchez, F. (2010). Evaluación de Herramientas Web 2.0, estilos de aprendizaje y su aplicación en el ámbito educativo. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 5 (5).
- Creately: Online Diagram Software to draw Flowcharts, UML & more. (2015). Retrieved from <http://creately.com/>.
- Drawio: Flow Chart Maker & Online Diagram Software. (2015). Retrieved from <https://www.draw.io/>.
- Gero, J., Goel, A., Nickerson, J., Corter, J., Tversky, B., Zahner, D., & Rho, Y. (2008). Diagrams as Tools in the Design of Information Systems. In G. John, G. Ashok (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Design Computing and Cognition* (pp. 103-122). Netherlands: Springer Netherlands.
- Gliffy: Online Diagram Software and Flow Chart Software. (2015). Retrieved from <https://www.gliffy.com/>.
- Kung, H., Tung, H. (2010). A web-based tool for teaching data modeling. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 26 (2), 231-237.
- López de la Madrid, M. C. (2007). Uso de las TIC en la educación superior de México. Un estudio de caso. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 7(7), 63-81.
- MockFlow WireFramePro. (2015). Retrieved from <http://app.mockflow.com/>.
- Pastor, E. (1998). Web tools and Web applications. In M. F. Verdejo y G. Davies (Eds.), *The Virtual Campus* (pp. 207-210). US: Springer US.
- Pérez, I., y Monzalvo, C. (2010). Diseño de una propuesta de herramienta de diagramación para el desarrollo de algoritmos para computadora. [En línea]. Recuperado de <http://goo.gl/JoeZcA>.
- Prados, F., Boada, I., Soler, J., Poch, J. (2006). A Web-Based Tool for Entity-Relationship Modeling. In M. Gavrilova, O. Gervasi, V. Kumar, C. J. Kenneth, D. Taniar, A. Laganá, Y.

Mun, H. Choo (Eds.), *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2006* (pp. 364-372). Berlin, Alemania: Springer Berlin Heidelberg.

Silberschatz, A., Korth, H., Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de Bases de Datos*. Madrid, España: McGraw-Hill.

Thomas, P., Waugh, K., & Smith, N. (2005). Experiments in the automatic marking of ER-diagrams. In *Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE '05)* (pp. 158-162), Caparica, Portugal.

Zhou, S., Xu, C., Wu, H., Zhang, J., Lin, Y., Wang, J., Gray, J. & Bryant, B. (2004). E-R modeler: a database modeling toolkit for Eclipse. In *Proceedings of the 42nd annual Southeast regional conference* (160-165), Huntsville, Alabama, USA.