

# Plataforma web colaborativa para la elaboración de diagramas de diseño de base de datos

Miguel Ángel Aguilar Barrera

Instituto Tecnológico de Mérida  
Av. Tecnológico Km 5  
Mérida, Yucatán, México, CP 97118  
+529991522668  
netaguilar@yahoo.com

Mario Renán Moreno Sabido

Instituto Tecnológico de Mérida  
Av. Tecnológico Km 5  
Mérida, Yucatán, México, CP 97118  
+529999699016  
mario@itmerida.mx

Carlos Alberto Luján Ramírez

Instituto Tecnológico de Mérida  
Av. Tecnológico Km 5  
Mérida, Yucatán, México, CP 97118  
+529993701517  
clujan@itmerida.mx

Karime Alejandra López Puerto

Instituto Tecnológico de Mérida  
Av. Tecnológico Km 5  
Mérida, Yucatán, México, CP 97118  
+529991296363  
karime.lopez@itmerida.mx

## ABSTRACT

Learning through collaboration is a phenomenon that has been studied for some time. With the advent of computers and the Internet, how to use technology to mediate these types of exchanges has become a subject of study. The emerging field of Computer Supported Collaborative Learning (CSCL stands for Computer Supported Collaborative Learning) requires the development of new environments in which exchanges can be enriching and enriched by the interaction between people. This paper describes the development of a collaborative web platform (CodesDB) for the development of design diagrams database, which allows participation, interaction, communication, and especially the collaboration of students described, to perform the tasks assigned by the teacher. CodesDB allows a teaching - learning modern process, agile, effective and interactive, taking advantage of information and communications technology (ICT). Experimental results are also presented and the conclusions that were reached at the end of this work.

## Keywords

Computer Supported Collaborative Learning, Education, Teaching - Learning, Information and Communications Technology, Emerging Technologies

## RESUMEN

El aprendizaje a través de la colaboración es un fenómeno que ha sido estudiado desde tiempo atrás. Con el surgimiento de las computadoras y el Internet, la forma de usar la tecnología para mediar estos tipos de intercambios se ha convertido en un tema de estudio. El campo emergente del Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora (CSCL, siglas en inglés de Computer Supported Collaborative Learning) requiere del desarrollo de nuevos entornos en los cuales los intercambios puedan ser enriquecedores y enriquecidos por la interacción entre las personas. En este artículo se describe el desarrollo de una plataforma web colaborativa (CodesDB) para la elaboración de diagramas de diseño de base de datos, la cual permite la participación, interacción, comunicación, y sobre todo la colaboración de los estudiantes, para realizar las tareas asignadas por

el profesor. CodesDB permite un proceso de enseñanza – aprendizaje moderno, ágil, eficaz e interactivo, aprovechando las ventajas de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). También se presentan los resultados experimentales y las conclusiones a las que se llegaron al finalizar este trabajo.

## Palabras Clave

Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora, Educación, Enseñanza – Aprendizaje, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Tecnologías Emergentes.

## 1. INTRODUCCIÓN

Es común que en la actualidad se utilicen los sistemas informáticos como soporte para la colaboración y el trabajo en equipo, tanto en organizaciones o empresas, como en colegios de estudios de todos niveles. Estos ofrecen ahorro de tiempo y diversas herramientas que, a diferencia de las manuales, carecen de los errores comunes que estas prácticas generalmente presentan. Es por tal, que el desarrollo de sistemas informáticos orientados al trabajo colaborativo ha tenido un auge significativo, lo que causa que estos registren un aumento en número en el mercado. Ahora, estos sistemas están presentes cada vez más en estas prácticas, y no se puede concebir el no usarlos.

El avance de las TIC (Tecnologías de Información y la Comunicación) ha generado movimiento en todos los ámbitos de la vida social, otorgando posibilidades especialmente a las prácticas sociales ligadas a la gestión del conocimiento. La educación no queda ajena a estas transformaciones; el uso de TIC y el aprovechamiento de las potencialidades del e-learning se evidencia como tendencia creciente en todos los escenarios educativos en general, y en cada uno de ellos con características particulares [1].

El Trabajo Colaborativo Apoyado por Computadora (o CSCW, Computer Supported Cooperative Work) surgió en la década de 1980 a partir de intereses comunes entre los desarrolladores de productos e investigadores en diversos campos. Hoy en día, es necesario superar las dificultades de interacción multidisciplinaria.

Se caracteriza por ser un estudio de métodos, técnicas y herramientas para asistir con medios computacionales la realización y gestión de las actividades de un grupo de personas que tienen un objetivo o meta común [2].

Conociendo el concepto de CSCW se puede tener una base para el término Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora (o CSCL, Computer Supported Collaborative Learning); el término fue acuñado por los informáticos Irene Greif y Paul Cashman en 1984; los investigadores en esta área organizaron un taller referente al desarrollo de los sistemas informáticos que apoyarían a las personas en sus actividades durante el trabajo. La primera conferencia pública con el título CSCW fue realizada en diciembre de 1986 en Austin, Texas.

Se compone como un campo de estudio interdisciplinario donde los investigadores se han visto motivados a alinear sus esfuerzos en el análisis de los factores intervinientes capaces de potenciar la eficiencia (proceso) y eficacia (resultado) de aplicación de la CSCL en diferentes escenarios educativos [1].

En este contexto de desarrollo de Internet, y en especial la Web 2.0, no se tardó en mediar el trabajo colaborativo con fines educativos. Así, el CSCL se esgrime como un recurso didáctico innovador en el área de tecnología educativa. Nace y responde a un fenómeno sociocultural actual, donde se define el cómo aprendemos (socialmente) y dónde aprendemos (en red) [3].

Asimismo, el CSCL aporta por su vasto alcance de su campo de estudio, un amplio margen para su desarrollo y orientación en sistemas de software basados en lo último en tecnología web, destacando el área didáctica que en este artículo se aborda.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Existen herramientas en el mercado cuyo objetivo principal es similar al proyecto del que se habla en este artículo, sin embargo, cada una de ellas ofrece características que no se adaptan del todo a las necesidades específicas para lograr el proceso de enseñanza - aprendizaje; algunas características de estas herramientas están orientadas únicamente al ambiente de negocios, o para proyectos educativos específicos, lo cual sirvió como principal motivación para que se desarrollara la herramienta CodesDB.

CodesDB es una plataforma que se desarrolló “a medida”, tomando en cuenta los objetivos que persigue el Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora.

En la Tabla 1 se puede visualizar una comparación de opciones, características y funciones de algunos sistemas existentes que están relacionados con la herramienta que se describe en este artículo.

**Tabla 1. Comparación de plataformas colaborativas.**

COMPARACIÓN DE PLATAFORMAS COLABORATIVAS CARACTERÍSTICA O FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA	GLIFFY	CREATELY	CACOO	LUCIDCHART	HECODER	CODESDB
<b>Respectivo a la Colaboración</b>						
1. Herramienta colaborativa	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.1. Permite la colaboración en tiempo real	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.2. Permite crear grupos de trabajo con los usuarios de la aplicación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.3. Permite crear equipos de trabajo dentro de los grupos de trabajo	✗	✓	✓	✗	✓	✓
2. Permite la generación de diagramas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.1. Los diagramas son de tipo Entidad – Relación de Bases de Datos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Cuenta con un chat para conversación	✗	✗	✓	✓	✓	✓
3.1. El chat es por equipo de trabajo	✗	✗	✓	✗	✓	✓
3. Cuenta con una sección de preguntas y respuestas frecuentes (FAQ's)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. Permite crear ejercicios	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.1. Permite una supervisión de los ejercicios en tiempo real	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.2. Permite asignar tareas que contienen ejercicios a equipos de trabajo	✗	✗	✗	✗	✓	✓
4.3. Permite compartir diagramas entre perfiles de tipo Maestro	✗	✗	✗	✗	✗	✓
<b>Relativo a Precios de Licenciamiento</b>						
1. Es gratuito	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.1. Límite de usuarios en modalidad prueba	✗	✗	✗	✗	✗	✗
1.2. Límite de días para utilizarlo en modalidad prueba	✗	✗	✗	✗	✗	✗
1.3. Límite de funciones en versión gratuita	✓	✓	✓	✓	✗	✗
2. Puede tener versiones con licencia de pago	✓	✓	✓	✓	✗	✗
<b>Relativo a la Forma de Ejecución y Comportamiento</b>						
1. Idioma Español (México)	✗	✓	✗	✗	✓	✓
2. Permite su ejecución en Internet	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Multiplataforma	✓	✓	✗	✗	✗	✓
3.1. Plataforma de escritorio	✓	✓	✗	✗	✓	✗
3.2. Plataforma web	✓	✓	✓	✓	✗	✓

3.3. Plataforma web responsiva (uso en dispositivos móviles)	✗	✗	✗	✗	✗	✓
4. Compartir/Publicar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.1. Enviar vínculo de diagrama por email	✓	✓	✓	✓	✗	✓
4.2. Archivo de diagrama exportado.	✓	✓	✓	✓	✗	✓
5. Permite su ejecución en una red local sin Internet	✗	✗	✗	✗	✓	✓
6. Permite agregar o eliminar elementos en las plantillas de componentes	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7. Permite la impresión de los diagramas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Relativo a la Seguridad</b>						
1. Permite diferentes tipos de perfiles en la aplicación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.1. Tiene el perfil de Administrador General	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1.2. Tiene el perfil de Maestro	✗	✗	✗	✗	✓	✓
1.3. Tiene el perfil de Alumno	✗	✗	✗	✗	✓	✓
2. Base de Datos	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.1. Permite un respaldo de la Base de Datos desde la aplicación (local)	✗	✗	✗	✗	✓	✗
2.2. Permite una restauración de la Base de Datos desde la aplicación (local)	✗	✗	✗	✗	✓	✗
2.3. Alojamiento de datos en el servidor (web)	✓	✓	✓	✓	✗	✓
✓ = Aplica en algunos casos    ✓ = Siempre aplica    ✗ = No Aplica						

## 2.1 Gliffy

Gliffy es una herramienta que ofrece principalmente la funcionalidad de generar diversos tipos de diagramas en una interfaz Web. Gliffy tiene una amplia variedad de características, sin embargo, todas pueden ser accesibles mediante una suscripción de pago. Actualmente cuenta con tres tipos de suscripciones: Standard, que ofrece funciones limitadas para un usuario; Business, que ofrece una función más que la Standard para un usuario; Business Team, que cuenta con todas las funciones disponibles para dos o más usuarios. Sin embargo, cuenta con una suscripción gratuita, pero con la limitante de sólo poder crear hasta cinco diagramas y forzosamente de acceso público [4].

El sitio de EcuRed define a Gliffy como un sitio web que da las herramientas necesarias para poder diseñar diversos tipos de diagramas en forma de mapas conceptuales con un toque profesional. Provee una aplicación online para crear, compartir diagramas y colaborar. Funciona a través de un navegador web en la concepción de cloud computing, sin la necesidad de instalar software en la computadora. Puede almacenar y realizar copia de documentos y crear una variedad de diagramas, dibujos, flujos de procesos e interfaces.

En la Figura 1 puede apreciarse la interfaz gráfica de la herramienta Gliffy.

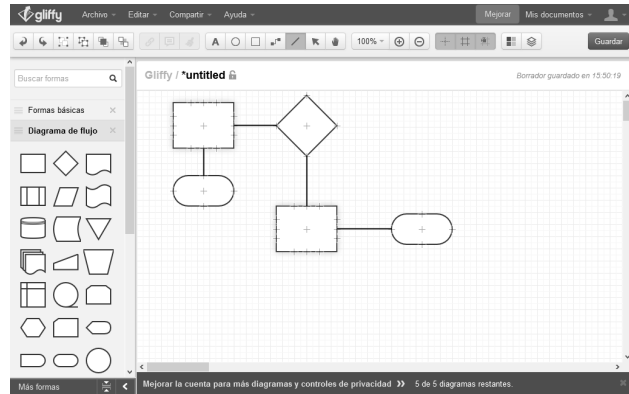


Figura 1. Interfaz gráfica de la herramienta Gliffy

## 2.2 Creately

Creately es un sitio para generar diagramas de diferentes tipos, desde los más sencillos para proyectos simples, hasta los más complicados para profesionales. Cuenta con una versión Web a la cual se puede acceder sin necesidad de instalar ningún complemento en la computadora. Las características son variadas y fáciles de usar. Creately permite trabajar por medio de suscripciones y actualmente cuenta con tres tipos: Personal, que permite trabajar sin límites a excepción de la opción de compartir y recibir retroalimentación, ya que únicamente permite cinco eventos, para uso individual y soporte por correo electrónico; Team Plans, que permite trabajar sin límites, para equipos de cinco miembros o más y soporte por correo electrónico; Public, con importantes limitaciones, ya que únicamente permite crear cinco diagramas públicos, un solo proyecto, la opción de compartir únicamente en tres eventos, para uso individual y acceso a la comunidad [5].

En la Figura 2 puede apreciarse la interfaz gráfica de la herramienta Creately.

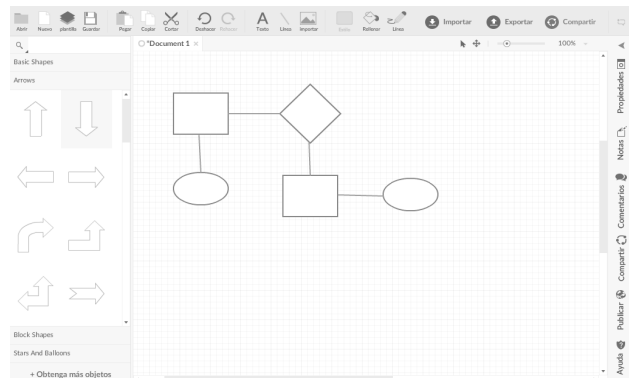


Figura 2. Interfaz gráfica de la herramienta Creately

## 2.3 Cacao

Cacao es posiblemente la herramienta más poderosa y profesional en su tipo; posee un enorme potencial para crear diagramas de cualquier tipo, así como también ejemplos para aplicar en proyectos propios. Cacao únicamente tiene una versión online, lo que supondría una desventaja al tener que depender de Internet para su uso, sin embargo, su potencial en la Web es tan grande que esta desventaja deja de ser importante. Cuenta con tres tipos principales de suscripción: Plus, que cuenta con capacidad para crear 1,000 hojas, función de compartir ilimitado, exportación a todos los tipos de formatos e historial de revisión; Business, cuenta con todas las

características de la versión Plus pero puede crear 100,000 hojas, gestión de usuarios, importación de archivos de Visio y control de seguridad; Gratis, únicamente permite crear cinco hojas, cuenta con límite para compartir y compartir sólo en formato PDF. Adicionalmente, ofrece dos suscripciones más específicas, la versión para Educación y Enterprise. Todas las versiones son de pago a excepción de la versión gratuita [6].

En la Figura 3 puede apreciarse la interfaz gráfica de la herramienta Cacoo.

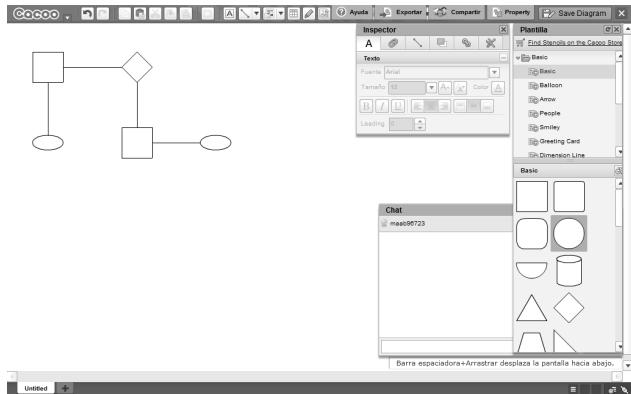


Figura 3. Interfaz gráfica de la herramienta Cacoo

## 2.4 Lucidchart

Lucidchart es una herramienta basada en web para la creación de diagramas de todo tipo, ofrece un modo fácil de uso y cuenta con integración de servicios de productividad como Google Apps, Google Drive, Confluence, JIRA, Jive entre otras. Permite la colaboración en tiempo real. Además, tiene la capacidad para maquetación para dispositivos Android y iOS. También, tiene la funcionalidad de compartir en línea y exportar a PDF, PNG, JPG o a formato de Visio, crear diagramas de flujo, wireframes, mapas conceptuales, organigramas y otros diagramas en la nube [7].

Lucidchart permite el acceso a la aplicación mediante una de las suscripciones actualmente vigentes; todas ellas son de pago a excepción de la gratuita que únicamente ofrece un límite de tiempo para probar el servicio. Las suscripciones de pago son cuatro: Básica, permite crear diagramas con formas y documentos ilimitados, 100 MB de almacenamiento y es para un único usuario; Pro, permite crear diagramas con formas y características profesionales, cuenta con acceso a todas las librerías de formas, importar de y hacia Visio y es para un único usuario; Equipo, tiene todas las características de la versión Pro y además, manejo de equipos, integraciones terciarias y los usuarios varían de tres a 100; Empresa, permite crear formas para diagramación empresarial, cuenta con autenticación mejorada, control global de la empresa y un número variable de usuarios.

En la Figura 4 puede apreciarse la interfaz gráfica de la herramienta Lucidchart.

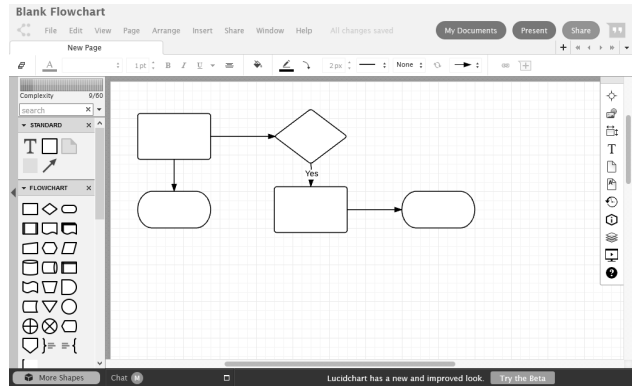


Figura 4. Interfaz gráfica de la herramienta Lucidchart

## 2.5 Hecoder

Hecoder, es una herramienta educativa que trabaja de forma colaborativa, permitiendo a los estudiantes generar diagramas de tipo Entidad-Relación (E-R) de bases de datos en tiempo real; propicia la colaboración, retroalimentación y participación de todos los estudiantes por los que esté conformado un equipo de trabajo para lograr la solución de un ejercicio de E-R.

Permite al Maestro administrar tareas, ejercicios, equipos de trabajo y monitorear en tiempo real los avances sobre tareas o ejercicios que estén resolviendo los equipos de trabajo, así como poder interactuar con ellos en diversas formas y espacios de tiempo por medio de chat o la base de datos de conocimiento.

Hecoder elimina la barrera de un lugar físico como un aula escolar, así como un horario establecido para poder trabajar en equipo y aportar los conocimientos de cada integrante para retroalimentar a todo el equipo.

Una característica primordial es la de contar con licenciamiento gratuito, ya que está desarrollado “a medida” [8].

En la Figura 5 puede apreciarse la interfaz gráfica de la herramienta Hecoder.

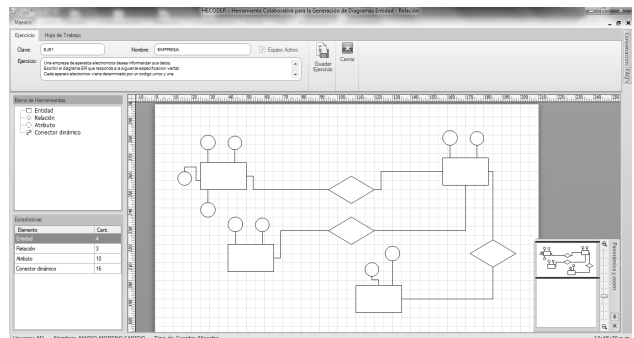


Figura 5. Interfaz gráfica de la herramienta Hecoder

### 3. DESARROLLO

En esta sección se presenta una descripción general de la plataforma CodesDB, así como el proceso de desarrollo de la misma.

#### 3.1 Descripción

CodesDB es una plataforma web colaborativa que permite generar diagramas Entidad – Relación de Base de Datos provista de la funcionalidad colaborativa y responsiva; permite la interacción, comunicación, retroalimentación y participación de los alumnos conformados por equipos para la realización de tareas relacionadas con este tipo de diagramas.

Proporciona un nivel de actualización desde el método básico y manual de enseñanza, hasta uno moderno, ágil, eficaz e interactivo, basado en su interfaz web diseñada con la última tecnología de desarrollo.

Además, provee al profesor la capacidad de manejar su metodología de instrucción en el campo de la enseñanza de la diagramación de objetos que componen una base de datos, mediante figuras que pueden interrelacionarse para representar una estructura funcional que simula una distribución de datos en la realidad.

Puntualiza y enfatiza en sus objetivos principales el aprendizaje y la retroalimentación que el alumno recibe, no solamente mediante las herramientas de interacción, sino también, en la capacidad de visualizar sus notas en su sesión individual, y también directamente en los diagramas que construye.

#### 3.2 Análisis

Existen herramientas que están desarrolladas en entorno de escritorio y entorno web para la optimización del proceso de Trabajo Colaborativo Apoyado por Computadora (CSCW), el Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora (CSCL) y el Entorno Virtual de Aprendizaje (VLE). La mayoría de su categoría tiene funciones que se orientan a organizaciones o empresas, y no directamente a la educación como, por ejemplo: Gliffy, Creately o Cacoo; y aunque sí existen plataformas orientadas a la educación, como es el caso de Moodle o Dokeos, no cuentan con las funciones que permiten utilizar grupos o salones de clase para la realización de tareas en tiempo real por medio de una interfaz, si no que ofrecen puramente o generalmente, la funcionalidad de interacción y retroalimentación a modo de foro entre el profesor y el alumno.

Las herramientas colaborativas que se analizaron en la Tabla 1 son comerciales (a excepción de la de HECODER); aunque ofrecen su versión gratuita, carecen de la funcionalidad que se requiere para los cursos del Instituto Tecnológico de Mérida: una plataforma en entorno web responsiva y colaborativa, que permita a usuarios maestros y alumnos, realizar en grupos y equipos de trabajo, diagramas de Entidad-Relación de base de datos en tiempo real, y que en segundo plano registre todas las acciones que estos realicen, desde su inicio de sesión, hasta que finalicen.

La plataforma está soportada para su alojamiento, tanto en la Intranet como en servidores de Internet, lo que aumenta la capacidad de ser usada simultáneamente. De esta manera, el aprendizaje colaborativo se realiza en total cooperación entre los participantes organizados en grupos y equipos de trabajo.

El punto clave fue unir las funcionalidades que ofrecen las herramientas de tipo CSCW y CSCL comerciales orientadas a las organizaciones, y dotar de éstas a la herramienta, junto con las capacidades de interacción que ofrecen los sistemas VLE.

Estos objetivos están soportados por la plataforma CodesDB y documentados mediante diversas herramientas que sirvieron de soporte para su análisis. Entre las herramientas usadas, se encuentra el Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés que significan Unified Modeling Language), el cual es un estándar para presentar procesos de análisis y desarrollo de proyectos de software. En la Figura 6 se presenta el diagrama de casos de uso para el usuario Alumno, y su participación en el sistema.

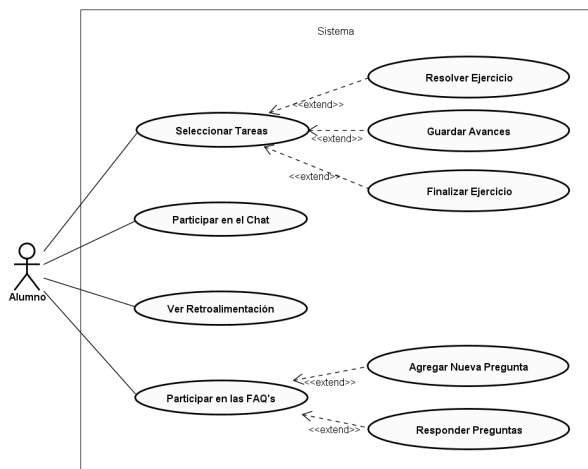


Figura 6. Diagrama de casos de uso para el usuario Alumno

En la Figura 7 se presenta el diagrama de casos de uso para el usuario Maestro.

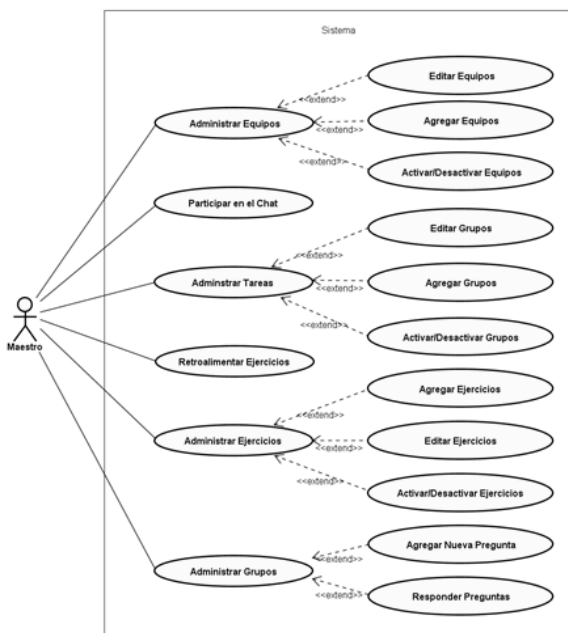


Figura 7. Diagrama de casos de uso para el usuario Maestro

En la Figura 8 se presenta el diagrama de casos de uso para el usuario Administrador.



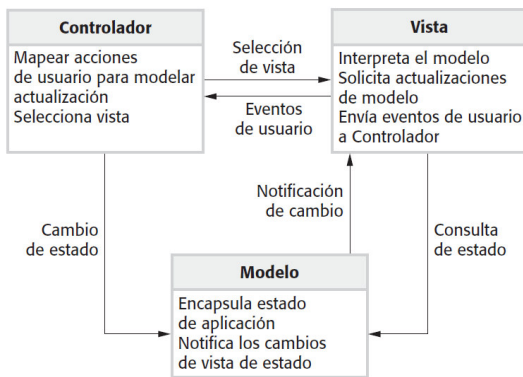
**Figura 8. Diagrama de casos de uso para el usuario Administrador**

### 3.3 Arquitectura de Software

La arquitectura usada para el desarrollo de la plataforma es la de Modelo – Vista – Controlador (MVC), el cual, es una propuesta de diseño para programar en tres fases, y se fundamenta como la separación del código en tres capas diferentes, acotadas por su nivel.

Esta arquitectura proporcionó una ventaja para el tipo de proyecto que se desarrolló, ya que, al estar el código identificado por estas capas, al implementarse alguna función o actualización, la ubicación del código a modificarse resultó sencillo habiéndose enfocado en su ubicación por nivel, y no teniendo que recorrer entre todo el código sin clasificación.

En la Figura 9 se presenta un diagrama que explica los componentes y eventos que intervienen en este tipo de arquitectura.



**Figura 9. Arquitectura de software Modelo - Vista - Controlador**

### 3.4 Arquitectura Cliente - Servidor

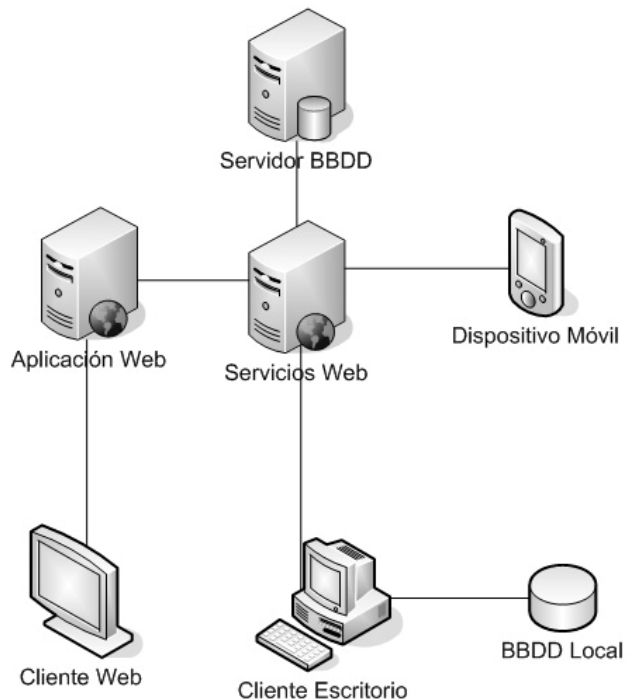
Las aplicaciones cliente - servidor permiten realizar diferentes tipos de tareas remotamente; ofrecen la posibilidad de trabajar desde una terminal con comodidad y sin complicaciones. Una aplicación cliente - servidor es un programa que cuenta con una interfaz que establece una conexión directa a través de una red, en la cual, un servidor aloja el programa, servicio, o desarrollo informático al cual se desea acceder.

Cuando se realiza la conexión, el mismo cliente, que es el software que es ejecutado del lado del usuario, presenta una interfaz que permite al usuario realizar la tarea de manera más cómoda y eficiente.

En la terminal, en tiempo real, se envía la información suministrada por el usuario al servidor, el cual ejecuta la acción, y regresando el resultado a la terminal del cliente desde donde se suministró la información de inicio, mostrando en su pantalla, el resultado del procesamiento de información.

Esta arquitectura fue primordial para el desarrollo de la herramienta, ya que se requería que la información y la aplicación estén centralizadas en un equipo que cuente con la seguridad necesaria, evitando de esta manera riesgos de acceso no autorizado o pérdida de información. Así, el acceso a la aplicación se realiza desde terminales con acceso a Internet introduciendo la dirección IP pública del servidor.

En la Figura 10 se presenta un ejemplo de la arquitectura cliente - servidor, en la que los clientes se conectan a un servidor principal, y a su vez, reciben servicios de un servidor web y un servidor de base de datos.



**Figura 10. Arquitectura cliente - servidor**

### 3.5 Metodología

Para el desarrollo de la herramienta se utilizó la metodología de Ingeniería Web (IWeb) [9]. En la Figura 11 se muestra el proceso que se siguió para el desarrollo de CodesDB.

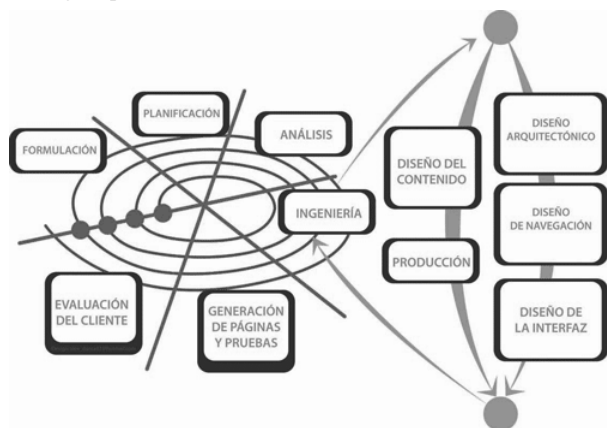


Figura 11. Metodología IWeb

A continuación se describen las actividades que fueron realizadas en cada una de las fases de la metodología.

#### 3.5.1 Fase de formulación

Se identificaron las metas y objetivos para el desarrollo de la herramienta. Para la obtención de los requerimientos se usaron las entrevistas y los casos de uso como técnicas de recopilación de información, con la finalidad de obtener la información que requerían los usuarios para desempeñar sus tareas.

#### 3.5.2 Fase de planificación

Se evaluaron los riesgos asociados con el esfuerzo del desarrollo, y se definió la planificación del desarrollo bien detallada para el incremento final del sistema.

#### 3.5.3 Fase de análisis

Se establecieron los requisitos técnicos y se identificaron los elementos del contenido que se iban a incorporar. También se identificaron los requisitos del diseño gráfico.

#### 3.5.4 Fase de ingeniería

La fase de ingeniería incorporó dos grupos de tareas que se realizaron en paralelo: el diseño del contenido y la producción.

#### 3.5.5 Fase de generación de páginas y pruebas

Esta fase se enfocó en actividades de construcción (o desarrollo), en donde se utilizaron herramientas automatizadas para la creación de la herramienta. El contenido definido en la fase de ingeniería se fusionó con los diseños arquitectónicos, de navegación y de la interfaz para elaborar páginas web ejecutables.

Una vez generado el código fuente, la herramienta se probó para descubrir el máximo de errores posibles antes de su liberación. El objetivo fue diseñar una serie de casos de prueba que tuvieran una alta probabilidad de encontrar errores.

#### 3.5.6 Fase de evaluación del cliente

En esta fase se presentó a los usuarios finales la herramienta para su utilización.

### 3.6 Modelo Instruccional

Los modelos instruccionales son guías o estrategias que los instructores utilizan en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Constituyen el armazón procesal sobre el cual se produce la instrucción de forma sistemática y fundamentada en teorías del aprendizaje. Incorporan los elementos fundamentales del proceso de Diseño Instruccional, que incluye el análisis de los participantes, la ratificación de metas y objetivos, el diseño e implantación de estrategias y la evaluación.

Esta guía o estrategia se utilizó como parte de la planificación del proyecto, en la que los maestros involucrados del Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Mérida se encargaron de diseñar y revisar los casos de estudio que aplicaron al proyecto, y que fueron implementados en el software.

El resultado de esta actividad permitió tener una guía que sirvió como base, en la que los alumnos reciban actividades y retroalimentación que mejor se adaptaron a su nivel de aprendizaje, y en la que puedan aplicarse por medio del software.

Los criterios que se tomaron en cuenta como recursos para la aplicación de esta guía se enlistan a continuación:

- Lo que se aprenderá: información, conocimientos, habilidades, competencias, destrezas y actitudes.
- Necesidad de aprendizaje: justificación explícita, clara y concisa, que toma en cuenta los objetivos o propósitos, así como también el aprendizaje con los que cuenta el alumno previo al curso.
- Medio de aprendizaje: estrategias de aprendizaje, las actividades, instrucciones, requisitos, recursos y tiempos.
- Retroalimentación: evaluación y calificación, incluyendo los criterios y valores, procedimientos, requisitos y tiempos esperados.

### 3.7 Herramientas Utilizadas

Las tecnologías que se usaron para la realización del proyecto fueron los siguientes: HTML5, PHP y JavaScript como lenguajes de programación, CSS como lenguaje de hoja de estilo, SQLite como sistema gestor de base de datos, NetBeans IDE como entorno de desarrollo integrado, y el Servidor Web Apache como servidor de aplicaciones. Todas, cabe mencionar, están basadas en la directiva de licenciamiento de uso libre.

### 3.8 La Herramienta

En la plataforma participan tres tipos de usuarios: el usuario administrador que tiene la capacidad de configuración del sistema en general, y los usuarios maestro y alumno que son los que intervienen en el objetivo principal, que es el aprendizaje colaborativo.

El usuario administrador tiene la capacidad de:

- Administrar el catálogo de maestros.
- Administrar el catálogo de grupos.
- Administrar el catálogo de alumnos.
- Respalda la Base de Datos.
- Restaurar la Base de Datos.
- Configurar el sistema.

El usuario maestro tiene la capacidad de:

- Administrar el catálogo de equipos.
- Administrar el catálogo de tareas.
- Administrar el catálogo de ejercicios.
- Participar en la sección de Preguntas y Respuestas Frecuentes (FAQ's).
- Participar en la sección de chat.
- Retroalimentar a los estudiantes sobre los ejercicios.

El usuario alumno tiene la capacidad de:

- Responder las tareas.
- Visualizar la retroalimentación de los ejercicios.
- Participar en la sección de Preguntas y Respuestas Frecuentes (FAQ's).
- Participar en la sección de chat.

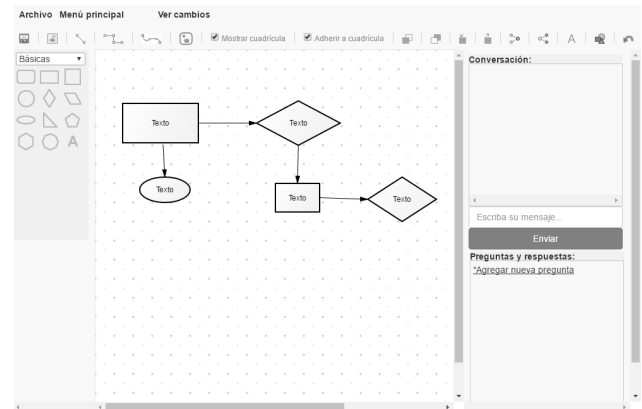
Para que los alumnos realicen los ejercicios en el sistema, el maestro previamente debió alimentar el catálogo de ejercicios que estarán disponibles al momento en el que se creen las tareas, las cuales, mediante un catálogo de ejercicios, pueden ser agregadas. Posterior a tener configuradas las tareas, el maestro puede asignarlas a grupos y equipos de alumnos con una descripción de la misma y un período de realización.

En la Figura 12 puede observarse la interfaz para la creación de ejercicios en el sistema por parte del maestro.

**Figura 12. Interfaz para la creación de ejercicios**

La actividad que el alumno realizará una vez haya ingresado al sistema será consultar la sección de tareas para conocer los ejercicios que deberá realizar. Posteriormente, ingresará al editor que le proporciona una interfaz para que pueda construir junto con su equipo, el diagrama de manera colaborativa. Adicionalmente, puede recurrir a la sección de Preguntas y Respuestas Frecuentes para realizar preguntas en base a sus dudas, o para consultar respuestas en base a preguntas previas; en la sección de chat pueden participar el maestro y los miembros de los equipos para ingresar y leer mensajes.

En la Figura 13 se presenta la interfaz del editor de diagramas.



**Figura 13. Interfaz del editor de diagramas**

La retroalimentación es un objetivo principal de la plataforma, y durante la construcción de los diagramas se destacan los dos paneles laterales a la derecha que son la sección de FAQ's y la de chat. La sección de FAQ's proporciona información proporcionada por el maestro o por los mismos alumnos, por medio de preguntas con sus respectivas respuestas; los alumnos o el maestro pueden realizar una pregunta que puede ser respondida por cualquiera que tenga acceso al ejercicio. Para una comunicación inmediata, la sección de chat proporciona un panel de mensajes cronológicos en la que los usuarios que tienen acceso al ejercicio pueden ingresar información, ya sea el maestro o los alumnos.

Una vez realizado el ejercicio, el alumno guarda la información en la plataforma registrando éste en la base de datos. El maestro en tiempo real puede consultar los ejercicios guardados, y proporcionar una retroalimentación del mismo con una calificación individual para cada alumno del equipo.

En la Figura 14 puede observarse la interfaz en la que el maestro proporciona las calificaciones a los alumnos una vez que hayan terminado su ejercicio.

Calificaciones					
Cerrar					
ID Alumno	Nombre(s)	Apellido Paterno	Matricula	Calificación	Estatus:
20	LIZETTE	CORAL	E14088871	<input type="text"/>	<input type="button" value="Guardar"/>

**Figura 14. Interfaz para la captura de calificaciones**

## 4. RESULTADOS

En la fase final del desarrollo del proyecto, antes de la implementación, se realizaron pruebas de diagnóstico en escenarios reales para analizar los resultados y verificar si eran concluyentes a los objetivos por la cual se desarrolló la plataforma.

Las pruebas fueron realizadas con estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Mérida del área de Base de Datos, con dos profesores como observadores y un profesor como ejecutor. Participaron 48 estudiantes, los cuales fueron organizados en equipos colaborativos de no más de 5 personas. Primero se procedió a realizar una capacitación sobre el uso del software a los actores que intervinieron en las pruebas en un tiempo de una hora.

Las actividades se realizaron tomando en cuenta el acceso con los tres tipos de usuarios.

El profesor ejecutor ingresó al sistema como usuario Administrador, capturó los catálogos y accedió a las configuraciones en las que tiene privilegios, pudiendo realizar cada operación con éxito.

El profesor ejecutor ingresó al sistema como usuario Maestro, accedió a los catálogos, alimentándolos con la información pertinente y accediendo al editor para su interacción con el usuario alumno mediante la sección de FAQ's y la sección de chat; como última operación, proporcionó retroalimentación a los alumnos por medio de calificaciones para cada uno de los integrantes de los equipos, pudiendo realizar cada operación con éxito.

Los usuarios Alumno tuvieron la capacidad de acceder al catálogo de tareas para consultar los ejercicios que debía realizar; posteriormente se observó su acceso al editor y la operación de construcción de los diagramas por medio de las herramientas disponibles; también, se solicitó que interactuaran en la sección de FAQ's y la sección de chat, con la finalidad de determinar si el objetivo de tiempo real y retroalimentación, funcionaban como estaba propuesto. Al concluir los diagramas, esperaron la retroalimentación del maestro.

Esta actividad de inicio a fin se realizó en cuatro ocasiones. La primera sesión tomó un tiempo cuatro horas y media en total, correspondientes en media hora de organización, una hora de capacitación a los actores, 15 minutos de interacción del usuario administrador, 15 minutos de interacción del usuario maestro, una hora y media de interacción de los usuarios alumno desde la consulta de sus ejercicios, hasta la retroalimentación obtenida del maestro, media hora de calificación y retroalimentación del maestro, y media hora más de análisis.

Las sesiones dos y tres se realizaron sin tomar en cuenta la organización y la capacitación de los actores, tomando las actividades siguientes en el mismo tiempo. Ambas sesiones tuvieron una duración de tres horas.

La cuarta sesión se realizó siguiendo el protocolo de las tres sesiones anteriores, pero con la diferencia de que los usuarios alumno se encontraban en diferentes sitios físicos, cada uno conectándose a la herramienta por medio de una terminal con acceso a Internet.

Tras las actividades realizadas en la última fase de pruebas se concluyó que todas las pruebas se realizaron con éxito, y se determinó que el software cumple con los objetivos propuestos y puede ser implementado.

De manera general, los estudiantes y profesores mencionaron que les agradó la herramienta, y se mostraron satisfechos con el uso de la misma para la realización de ejercicios que fomenten el aprendizaje colaborativo.

En la Figura 15 se presenta la metodología planteada para el trabajo en el aula, desde la introducción al tema de modelado, la revisión de los conceptos y representación de los elementos del diseño, la solución de algunos ejemplos básicos, la formación de equipos colaborativos, la explicación del uso de la herramienta, el uso de la herramienta y el análisis de los resultados.

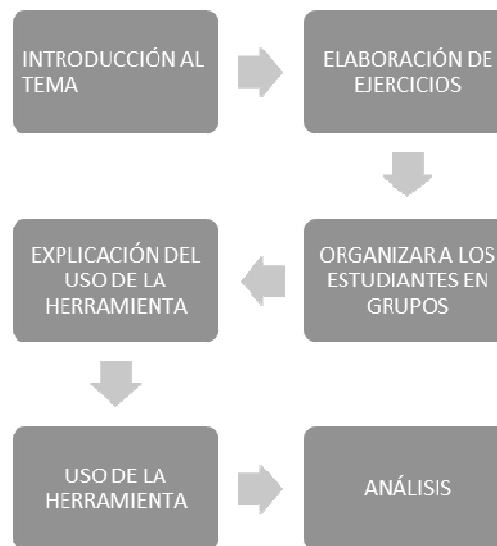


Figura 15. Metodología de trabajo en el aula

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

Después de que se realizaran las pruebas respecto a sus operaciones, funciones, características e incluso a los procesos internos que realiza CodesDB, se llega a la conclusión de que cumple con los objetivos para los cuales fue desarrollada la herramienta.

CodesDB permite que los usuarios puedan ingresar e interactuar con la interfaz mediante sus opciones y herramientas; el maestro puede configurar grupos, equipos, tareas y ejercicios para sus prácticas en laboratorio, o para dejar como tarea; por otro lado, el alumno puede ingresar y ver sus tareas pendientes, y por medio del editor poder realizarlas de manera colaborativa en conjunto con sus compañeros de equipo; los paneles de comunicación en este caso juegan un papel muy importante, ya que las dudas son resueltas desde la sección de chat con sus compañeros y el maestro, y en la sección de FAQ's para recibir respuesta de las preguntas más comunes que surgen en este tema.

El tiempo real es medular para el sistema y está presente en todo momento desde que se ingresa al mismo; los alumnos, por ejemplo, pueden realizar sus tareas en equipo sin ningún problema, ya que al crear sus diagramas todos pueden ver prácticamente la misma área de trabajo.

Por último, y no menos importante, destaca el tipo de licencia con la que cuenta la herramienta CodesDB, ya que es gratuita y por tal, puede usarse sin ninguna restricción.

Como trabajo futuro sería interesante que la herramienta pueda analizar patrones de comportamiento de los alumnos para que los profesores tengan información que les permita mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje.

De igual manera, sería conveniente realizar pruebas de usabilidad utilizando alguna de las técnicas existentes, con la finalidad de obtener datos que permitan medir de una manera cuantitativa la validez de la herramienta.

Respecto a la evaluación del aprendizaje, se deberían realizar más casos de estudio, y probar la herramienta con más grupos de alumnos, utilizando métodos formales que permitan obtener indicadores para medir el aprendizaje de los estudiantes. También sería conveniente contrastar los resultados obtenidos por grupos de estudiantes que utilizan la herramienta, con aquellos que no la usen.

A continuación, se mencionan propuestas técnicas para implementación a futuro:

- Máxima compatibilidad de responsividad: el sistema es responsivo, pero sería un gran valor agregado agregarle la compatibilidad “touch” para dispositivos móviles, como lo son las tabletas o algunos teléfonos inteligentes. Esto aumentaría la portabilidad del sistema, lo que lo haría más eficiente.
- Historial de sesiones: la opción de registro en un historial de sesiones ayudaría en gran medida al personal encargado del mantenimiento del sistema, ya que la búsqueda de algún error propiciado por algún usuario sería en el menor tiempo posible.
- Optimización de rendimiento y seguridad: con el paso del tiempo surgen nuevas tecnologías de la información que resultan en el desarrollo de aplicaciones más ágiles, eficientes y más seguras.
- Migración a una Base de Datos más robusta: con el volumen de datos que representaría el aumento de usuarios, se sugiere la migración a MySQL u Oracle, ya que soportan más cantidad de datos, transferencias más amplias, y una seguridad superior.
- Nuevos estilos de diagramas: actualmente el sistema permite crear diagramas de Entidad – Relación (E-R); en este ámbito, el sistema podría expandir su funcionalidad para crear nuevos tipos de diagramas como, por ejemplo: diagramas de clases, diagramas de actividades, diagramas de secuencia, entre otros.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Guisen, A., Sanz, C., De Giusti, A. (2009). Sistemas CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) para SAAC. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de SEDICI Repositorio Institucional de la UNLP: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/20956>.
- [2] Grudin, J. (2002). Computer-supported cooperative work: history and focus. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de IEEE Xplore Digital Library: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=291294>.
- [3] Zañartu, L. (2006). Aprendizaje Colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal y en red. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de Colombia aprende: [http://www.colombiaprende.edu.co/html/productos/1685/articulos-301446\\_destacado.pdf](http://www.colombiaprende.edu.co/html/productos/1685/articulos-301446_destacado.pdf).
- [4] Gliffy. (2016). Online Diagram SaaS Software. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de Gliffy: <http://www.gliffy.com/products/online/>.
- [5] Cinergix. (2016). Creately Online – Always on easy diagramming on the cloud. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de Cinergix: <http://creately.com/diagram-products#online>.
- [6] Handcrafted. (2016). Cacao – Impulsa tus ideas. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de Handcrafted: <https://cacao.com/lang/es/?jsessionid=0547F5A10D6AF15FA44B0BD332CC615B.1>.
- [7] Lucid Software Inc. (2016). Lucidchart – Diagrams Done Right. Recuperado el 08 de Octubre de 2016, de Lucidchart: [https://www.lucidchart.com/pages/tour/b/buttons?utm\\_expid=11945330-440.LV1fRjHoSlmSPVaYDQPbNQ.1&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.lucidchart.com%2Fpages%2Fb%2Fexamples](https://www.lucidchart.com/pages/tour/b/buttons?utm_expid=11945330-440.LV1fRjHoSlmSPVaYDQPbNQ.1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.lucidchart.com%2Fpages%2Fb%2Fexamples).
- [8] Moreno, D. (2013). Hecoder, herramienta colaborativa para la generación de diagramas Entidad-Relación (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico de Mérida. Mérida, Yucatán, México.
- [9] Pressman, R. (2011). Ingeniería de Software. Un enfoque práctico. Editorial McGraw-Hill. Quinta edición.