

JUEZ EN LÍNEA DE BASE DE DATOS

DATA BASE ONLINE JUDGE

**Juan Daniel Santana Rodés^{1*}, Yaniel Blanco Fernández², Juan Luis Paneque Pérez³, Adrián Sosa Benítez⁴,
Ráiner Cárdenas Álvarez⁵**

Universidad de las Ciencias Informáticas, Juan Daniel Santana Rodés*: jdsantana@estudiantes.uci.cu

RESUMEN

Los Jueces en Línea son sistemas, que sirven de apoyo al proceso de Enseñanza–Aprendizaje dentro de las universidades. Permiten evaluar de forma automática programas de computación que intenten solucionar tareas propuestas y así los usuarios, generalmente estudiantes pueden entrenar y comprobar sus conocimientos en materia de programación de sentencias SQL. De los Jueces en Línea estudiados, que son para procesar y evaluar código de programación en lenguajes como C, C++, Java, entre otros, ninguno de los estudiados permite la resolución de ejercicios de Base de Datos Relacionales mediante sentencias SQL. Por lo cual el objetivo general es desarrollar un Juez en Línea de Base de Datos que permita procesar y evaluar el código programado en lenguaje de Base Datos Relacionales para apoyar a los estudiantes y profesores de las asignaturas de Base de Datos.

Palabras claves: Base de Datos Relacional, Juez en Línea, Proceso de Enseñanza–Aprendizaje, Sentencias SQL.

ABSTRACT

Online Judges are systems that support the process of teaching and learning within universities. They automatically allow evaluating computer programs that attempt to solve proposed tasks so users, generally students, can train and test your knowledge in programming SQL statements. Judges Online studied, which are to process and evaluate programming code in languages such as C, C + +, Java, among others, none of the studied allows solving exercises Relational Database using SQL statements. Therefore the overall objective is to develop a Database Online Judge to process and evaluating programming of Relational Database language to support students and teachers in the subjects of database code.

Keywords: Online Judge, Relational Database, SQL statements, Teaching-Learning Process.

INTRODUCCIÓN

El proceso de Enseñanza–Aprendizaje (PEA) se encuentra estrechamente vinculado al avance de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones (TIC), siendo estas últimas un método de apoyo tanto para el profesor como para sus estudiantes. A partir de esta combinación surgen nuevas formas y métodos de enseñanza dentro las cuales se encuentra el aprendizaje electrónico o como también se le conoce: e-learning (electronic-learning).

E-Learning “*es el suministro de programas educacionales y sistemas de aprendizaje a través de medios electrónicos*”⁽¹⁾, se fundamenta básicamente en el uso de una computadora o cualquier dispositivo electrónico para proporcionar material educativo a personas. Este término “*abarca un amplio paquete de aplicaciones y procesos, como el aprendizaje basado en Web, capacitación basada en computadoras, salones de clases virtuales y colaboración digital.*”⁽²⁾

Como parte del aprendizaje electrónico surgen los “*Jueces en Línea*”, que son sistemas, por lo general Web, que permiten evaluar de forma automática programas de computación que intenten solucionar tareas propuestas.^{(3) (4)} La salida de cada código enviado por un usuario es capturada por el sistema y comparada contra la solución que se tiene de la tarea en cuestión o será evaluada por un evaluador externo en el caso que así sea requerido.

Estos sistemas se suelen utilizar en la enseñanza y para apoyar la preparación de concursos de programación en sentido general pues el desarrollo de concursos han sido una de las estrategias más estimulantes asumidas para incrementar las aspiraciones de los estudiantes en el área de la programación y mejorar su rendimiento académico en la materia,^{(5) (6)} y permiten evaluar su desempeño histórico en la aplicación, lo cual es crucial para determinar el progreso de un estudiante.

En la actualidad la mayoría de los Jueces en Línea existentes son para procesar y evaluar código de programación en lenguajes como C, C++, Java, entre otros, pero ninguno, de los estudiados, sobre sentencias SQL (Structured Query Language, Lenguaje de Consulta Estructurado).

SQL es “*un lenguaje estandarizado diseñado para acceder y manipular los datos almacenados en bases de datos relacionales y para trabajar con las propias bases de datos*”⁽⁷⁾. Mediante este lenguaje se pueden realizar consultas, procedimientos y funciones para manipular la información, de entrada y salida, de las Bases de Datos Relacionales, sin importar el tipo de Gestor de Base de Datos Relacional que sea.

Los estudiantes que están matriculados en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), estudian este lenguaje en las asignaturas de Base de Datos I y II, donde aprenden a programar y a optimizar el código. Actualmente los estudiantes cuando se les orienta una tarea de esta asignatura no tienen como verificar que estén bien los ejercicios resueltos sino es por medio de un profesor o alumno con los conocimientos necesarios. Así mismo cuando hay concursos sobre estas asignaturas los resultados de los mismos pueden demorar horas o incluso días, según sea la complejidad de los ejercicios, la cantidad de equipos que participen y la cantidad de soluciones por equipos, pues dependen de un jurado compuestos por profesores de las asignaturas. Profesores que tienen otras responsabilidades aparte de la docencia y que a veces no tiene la disponibilidad de tiempo necesaria para atender a los estudiantes cuando estos los necesiten.

Por estas razones el objetivo general de este trabajo es desarrollar un Juez en Línea de Base de Datos que permita procesar y evaluar el código programado en lenguaje de Base Datos para apoyar a los estudiantes y profesores de las asignaturas de Base de Datos I y II.

DESARROLLO

Tendencias actuales sobre los Jueces en Línea

Con el objetivo de obtener conocimiento y hallar una solución al problema existente fue necesario realizar un estudio sobre las tendencias actuales sobre los principales Jueces en Línea que existen.

En 1988 surge el Sistema de Control de Concursos de Programación creado en la Universidad Estatal de California-Sacramento conocido como PC², convirtiéndose en uno de los primeros evaluadores automáticos del mundo. Fue desarrollado en Turbo Pascal hasta 1999 que fue utilizado Java, ofreciendo además soporte para determinados sistemas operativos. ⁽⁸⁾

Posteriormente los evaluadores automáticos fueron evolucionando hasta convertirse en los Jueces en Línea.

Se han podido identificar múltiples Jueces en Línea de los cuales la mayoría está en instituciones de Educación Superior donde la mayor cantidad de sus usuarios son los estudiantes universitarios puesto que son utilizados como herramientas de apoyo al PEA.

UVa Online Judge (Juez en Línea de la Universidad de Valladolid): Es probablemente el más antiguo y uno de los sitios de entrenamiento más reconocidos de competencias de programación. Es un sistema de evaluación

automática donde personas de todo el mundo, sin importar que sea un competidor o no, puede enviar su solución de los problemas publicados para comprobar su corrección y mejorar su habilidad de programación en el proceso constituyendo una buena herramienta para el auto-estudio. ⁽⁴⁾ Posee uno de los mejores archivos de problemas del mundo, aunque, se le puede señalar la insuficiente disponibilidad de lenguajes de programación, pues solo se pueden enviar soluciones en los lenguajes C, C++, C++11, Java y PASCAL.

Sphere Online Judge (SPOJ, Juez en Línea Sphere): Desarrollado por Sphere Research Labs especialista en desarrollar tecnologías en línea que ofrecen los métodos de prueba de habilidades automatizadas. Uno de sus productos es SPOJ Motor con millones de ejecuciones hasta el momento, un sistema de evaluación eficaz y flexible que se ha integrado con éxito en muchas plataformas. Se destaca entre los demás jueces en línea, debido a la cantidad de más de 100 000 trabajos enviados por los usuarios por mes, el número cientos de concursos organizados cada año, su comunidad activa y acepta las soluciones en más de 40 lenguajes de programación. ^{(9) (10)}

PKU JudgeOnline (POJ, Juez en Línea de la Universidad de Pekín): Es uno de los Jueces en Línea más antiguos de China y tiene gran demanda entre la comunidad universitaria por poseer una interfaz fácil de usar y una abundante sección de preguntas que sirven de ayuda a sus usuarios. Ofrece un servicio de mensajería interna para los usuarios registrados y su módulo de estadísticas muestra los datos de uso del sistema desde su surgimiento en el año 2003 hasta la fecha. ⁽¹¹⁾

Caribbean Online Judge: (Juez en Línea Caribeño): Desarrollado por la Universidad de las Ciencias Informáticas. Sus principales objetivos son proporcionar un espacio donde personas del mundo puedan intercambiar experiencias y conocimientos, probar, mejorar y compartir habilidades en la resolución de problemas, la programación de computadoras y el trabajo en equipo y obtener capacitación para participar en competiciones de programación a nivel internacional. Acepta las soluciones de los problemas en lenguajes de programación como Bash, C, C++, C#, Java, Pascal, Perl, PHP, Python, Ruby y Text. ⁽¹²⁾

Dentro de los Jueces en Línea internacionales estudiados también se encuentran: Saratov State University Online Contester (Juez en Línea de la Universidad del Estado de Saratov), Juez en Línea Timus, Tianjin University Online Judge (Juez en Línea de la Universidad Tianjin), entre otros.

A nivel local cabe destacar el **Juez en Línea de la Cátedra de Programación Avanzada (CPAV)** es un sistema desarrollado con el CMS PHP Fusión para su interfaz y haciendo uso del lenguaje C++ para la implementación del

motor de calificación. Actualmente cuenta con más de 700 tareas que pueden ser resueltas en los lenguajes C, C++, Java, Perl, Python, Pascal, C# y Visual Basic. Este Juez está publicado para toda la comunidad universitaria dentro de la UCI desde el 2006 y ha servido de apoyo al PEA de las asignaturas de programación que se imparten. ⁽¹³⁾

Metodología, Herramientas y Tecnologías

Para la concepción del sistema propuesto, actualmente en fase de desarrollo, ha sido necesaria la utilización de varias herramientas informáticas y tecnologías que apoyen el proceso de desarrollo.

Para ello también es necesaria la selección de una metodología de desarrollo seleccionándose al Rational Unified Process (RUP, Proceso de Desarrollo del Rational) porque constituye una metodología estándar de las más utilizadas para el análisis, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. Se adapta al contexto y las necesidades de cada organización. ⁽¹³⁾ Además se integra con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML 2.0) que es un lenguaje de modelado visual usado para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. ⁽¹⁴⁾

Para modelar los procesos del negocio fue utilizada Business Process Modeling Notation (BPMN, Notación para el Modelado de Procesos del Negocio) es una notación gráfica que describe la lógica de los pasos de un proceso de negocio. Ha sido especialmente diseñada para coordinar la secuencia de los procesos y los mensajes que fluyen entre los participantes de las diferentes actividades. ⁽¹⁵⁾

PostgreSQL v9.1 como sistema gestor de bases de datos objeto-relacional, que debido a su licencia libre, puede ser usado, transformado y distribuido gratuitamente para cualquier propósito, ya sea privado, comercial o académico. ⁽¹⁶⁾

Los lenguajes de programación empleados fueron varios:

- PHP (Hypertext Processor) v5.4 es un lenguaje de script del lado del servidor diseñado para el desarrollo web, pero también se utiliza como un lenguaje de programación de propósito general. ⁽¹⁷⁾
- Python v2.7 es un lenguaje de programación que permite trabajar con mayor rapidez e integrar sus sistemas con mayor eficacia, es libre de usar, incluso para los productos comerciales, debido a su licencia de código abierto. ⁽¹⁸⁾
- HTML (HyperText Markup Language, Lenguaje de Marcas de HiperTexto) v5.0 la quinta revisión del estándar HTML que define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, entre otros. ⁽¹⁹⁾

- CSS (Cascading Style Sheets, Hojas de Estilo en Cascada) 3: es un lenguaje de hojas de estilos usado para describir el aspecto y formato de un documento escrito en lenguaje de marcas. Su aplicación más común es dar estilo a páginas webs escritas en lenguaje HTML. Una de las ventajas de utilizar este lenguaje es que permite mantener el control centralizado de la presentación de un sitio web completo con lo que se agiliza de forma considerable la actualización del mismo. ⁽²⁰⁾

Doctrine v2.3 como Object Relational Mapper (ORM, Mapeador de Objetos Relacionales) que se encarga de prestar servicios de persistencia y otras funcionalidades relacionadas para el lenguaje de PHP. Una de sus principales características es la posibilidad de escribir consultas de bases de datos en un lenguaje propio orientado a objetos SQL llamado Doctrine Query Language (DQL, Lenguaje de Consultas de Doctrine) lo que proporciona a los desarrolladores una poderosa alternativa a SQL que mantiene la flexibilidad sin necesidad de duplicación de código innecesaria. ⁽²¹⁾

Ha sido necesario emplear dos Integrated Development Environment (IDE, Entorno de Desarrollo Integrado) el NetBeans v7.4 y el Eclipse v. NetBeans por ser libre, sin restricciones de uso y que facilita el trabajo de los programadores por medio de la detección de errores y de la depuración de código, además soporta gran cantidad de lenguajes de programación, entre ellos PHP v5.4. ⁽²²⁾ Eclipse posee un área de trabajo base y un sistema de plug-in extensible para personalizar el entorno. Soporta el diferentes lenguajes de programación entre ellos Python v2.7. Liberado bajo la Licencia Pública de Eclipse (EPL) es una licencia de software de código abierto que permite utilizar, modificar, copiar y distribuir el trabajo y las versiones modificadas, aunque en algunos casos conlleva obligatoriamente a liberar los cambios realizados. ⁽²³⁾

Symfony v2.3 es framework de desarrollo de aplicaciones web de código abierto que utiliza a PHP como lenguaje de programación. Hoy es uno de los principales marcos para el desarrollo de PHP. Cuenta también con abundante documentación, apoyo por la comunidad y profesional. ⁽²⁴⁾

Como Servidor Web, Apache v2.0 porque es uno de los servidores Web que es desarrollado y mantenido por una comunidad abierta de desarrolladores bajo el auspicio de la Fundación de Software Apache. Es compatible con una variedad de características, muchas implementadas como módulos compilados que extienden las funcionalidades. Estos pueden ir desde el soporte del lenguaje de programación del lado del servidor hasta esquemas de autenticación. Soporta aplicaciones desarrolladas en lenguajes como Python, y PHP. ⁽²⁵⁾

Todo el código se encuentra versionado utilizando GIT, que no es más que un sistema de control de versiones distribuido libre y de código abierto diseñado para manejar todo, desde proyectos pequeños hasta muy grandes con velocidad y eficiencia, es fácil de aprender y tiene una pequeña huella con un rendimiento increíblemente rápido con varios flujos de trabajo y no depende de acceso a la red o un servidor central. Es usado por empresas de alto prestigio internacional como Google, Facebook, PostgreSQL, entre otros. ⁽²⁶⁾

Visual Paradigm Community Edition v11.0 como herramienta CASE profesional gratuita que soporta el ciclo de vida completo de desarrollo de software, así como la notación BPMN. Grupos de código abierto y la comunidad usan esa versión de Visual Paradigm para documentar sus proyectos de software y publicar el resultado en sus páginas web / blogs. Posee además una serie de características entre las que incluye generar diagramas de ingeniería directa e inversa desde el código al integrarse con entornos de desarrollo como NetBeans y Eclipse. ⁽²⁷⁾

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de la solución propuesta

El Juez en Línea de Base de Datos acepta las soluciones, por el momento, en el lenguaje PL/pgSQL (Procedural Language/ Structured Query Language, Lenguaje de Consulta Estructurado/Lenguaje de Procedimientos) *“es el lenguaje de PostgreSQL y la mayoría de las otras bases de datos relacionales lo utilizan como lenguaje de consulta”*. ⁽²⁸⁾

Este juez está compuesto por dos capas fundamentalmente: la capa de presentación y la capa de evaluación. La capa de presentación es una aplicación web desarrollada en HTML v5.0 y CSS3 para el lado del cliente y PHP v5.4 para el lado del servidor. Esta aplicación web servirá como interfaz del sistema, a través de la cual los usuarios harán uso de los servicios que se presten en la plataforma. La aplicación en cuestión está dividida en los siguientes módulos:

- *Seguridad*: permite gestionar los usuarios y sus permisos basados en roles. En este caso hay solo dos roles: Administrador y Usuario. El *Administrador* puede acceder a todas las funcionalidades de cada uno de los módulos y el *Usuario* puede realizar y consultar sus envíos de soluciones, crear equipos para las competencias, publicar comentarios y consultar las estadísticas y la información publicada dígame ejercicios, concursos, artículos y comentarios, entre otras funcionalidades.
- *Configuración*: permite configurar los parámetros y los nomencladores. En el caso de los parámetros son los que permiten establecer la comunicación entre la aplicación web y el motor de calificación..

- *Concursos*: permite gestionar los equipos y las competencias.
- *Problemas*: permite gestionar los ejercicios y consultar los envíos realizados por los usuarios.
- *Entradas*: permite gestionar los artículos y comentarios.
- *Estadísticas*: permite gestionar las estadísticas, por el momento básicas.

Por otro lado la capa de evaluación esta compuesta por el *motor de evaluación* es la encargada de calificar y evaluar las soluciones enviadas por los usuarios.

Para dar muestra de algunas de estas funcionalidades se muestran varias de sus interfaces:



Fig. 1 Vista principal del jurado.

JURADO ONLINE DE BASE DE DATOS

UsuarioClaveAcceder

Search

Inicio > Ejercicios > Descargas de Internet

24 HORAS

Ejercicios

Sentencias

Ranking

Descargas de Internet

Enviar solución

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la BD se almacenan las descargas de Internet que realizan las personas en una universidad. Las personas pueden ser estudiantes (se conoce su promedio académico) o profesores que tienen un título de graduado y pertenecen a un departamento docente. Cada persona juega un rol determinado (programador, líder de proyecto, etc) y cada rol está relacionado con una cantidad fija de megas que constituye su cuota de navegación. En la BD también se guardan las descargas realizadas por todas las personas, almacenándose de cada una el nombre del archivo descargado, la cantidad de megas necesitados para realizarla, la URL accedida y la fecha en que se realizó.

Muestre el nombre de los departamentos y la cantidad de megas totales que han gastado los profesores de cada departamento en las direcciones que comienzan con 'http://www.descargas_online.com'. Muestre solamente aquellos departamentos cuya cantidad total de megas exceda la cantidad total de megas gastados por la persona con carnet de Identidad '82023154786'. Muestre los resultados ordenados alfabéticamente por el nombre de los departamentos.

Copiar

```
SET check_function_bodies = FALSE;

SET search_path = PUBLIC, pg_catalog;
CREATE TABLE PUBLIC.megas (
  idmegas INTEGER DEFAULT NEXTVAL(('public"."megas_idmegas_seq"::text)::regclass)
  NOT NULL,
  cantidad INTEGER
) WITHOUT OIDS;
```

MetadatosWarning

Tiempo de ejecución: 10

Memoria consumida: 10

Total de envíos: 7

Aceptados: 0

Modelo E-R



Fig. 2 Vista de un problema.

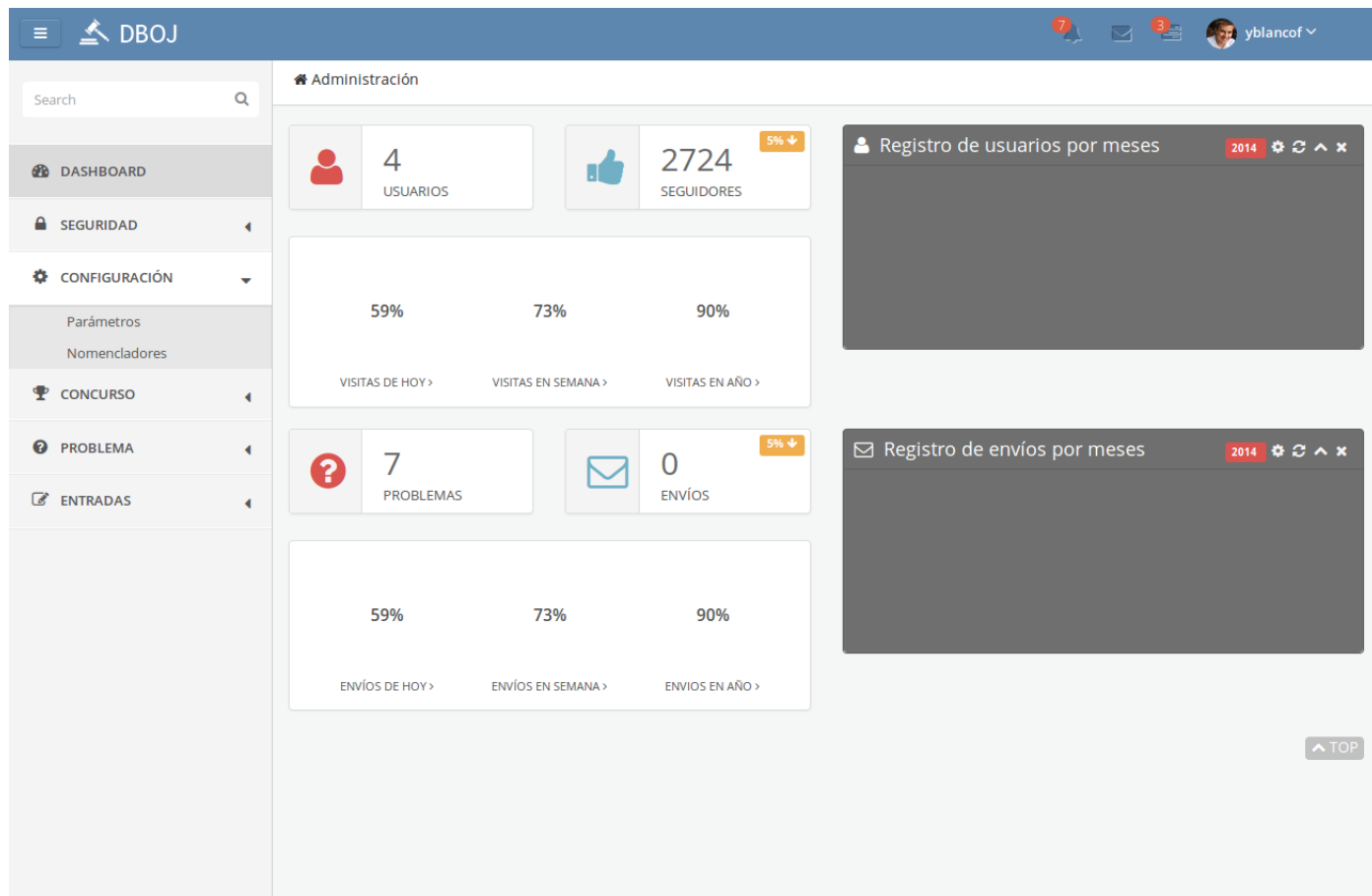


Fig. 3 Dashboard de la administración.

Se realiza además una propuesta inicial del diagrama de despliegue del sistema el cual muestra la *disposición física de los componentes de hardware que serán utilizados en la puesta en marcha del sistema y la relación entre cada uno de estos componentes.* ⁽²⁹⁾



Fig. 4 Diagrama de Despliegue.

Una PC Cliente que puede ser de tipo portátil o de escritorio, la cual debe tener un navegador disponible, preferentemente Mozilla Firefox en versiones superior a la 13.0.

Un servidor web donde estará instalada la aplicación web que permite conexiones con los clientes, el cual genera una respuesta en cualquier lenguaje, este servidor web se denomina Apache v2.0. Las conexiones con el servidor se realizan generalmente mediante el protocolo HTTP y tiene que tener habilitado el mod_rewrite. Además en este servidor debe estar instalado PHP 5 con los paquetes php-apc y php-intl y un PDO (PHP Data Object, Objeto de datos de PHP) para PostgreSQL.

El servidor de procesamiento es un computadora donde estará instalado el gestor de base de datos PostgreSQL, que permite organizar datos en una o más tablas relacionadas, y también estará instalado el motor de evaluación. Este servidor debe tener instalado Python 2.7 con el paquete python-confobj.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha presentado el Juez en Línea de Base de Datos mediante el cual se puede acceder a los ejercicios y concursos sobre programación en Base de Datos Relacionales. Esto permite que los usuarios, puedan entrenar y comprobar sus conocimientos en materia de programación de sentencias SQL en el lenguaje PL/pgSQL, constituyendo una herramienta de apoyo al proceso Enseñanza–Aprendizaje en las asignaturas de Base de Datos I y II.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España. 2013.** “Glosario”. [En línea] Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España, 2013. [Citado el: 05 de 01 de 2014.] http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/90/cd_09/cursofor/glosario/glosariocont.htm
2. **Mendoza, Jorge A. 2013.** “Concepto de e-Learning | Educación a Distancia”. Milenium. [En línea] 01 de 06 de 2013. [Citado el: 05 de 01 de 2014.] <http://www.informaticamilenium.com.mx/es/articulos/soluciones/82-concepto-de-e-learning-educacion-a-distancia.html>
3. **Kurnia, Andy. Lim, Andrew y Cheang, Brenda. 2001.** “Online Judge”. Singapore: Elsevier Science Ltd, 13 de 01 de 2001, Computers & Education 36, Vol. 4, págs. 299-315. PII: S0360-1315(01)00018-5

4. **Revilla, Miguel A. Shahriar Manzoor, and Rujia Liu. 2008.** “*Competitive learning in informatics: The UVA online judge experience*”. Olympiads in Informatics. Vol. 2, págs 131-148.
5. **Junco Vázquez, Tomás Orlando. 2012.** “*Un Juez en Línea ajustado a las necesidades de la Docencia*”. La Habana, Cuba: Universidad de las Ciencias Informáticas. Facultad 4. Departamento de Técnicas de Programación, Noviembre de 2012, pág 8.
6. **Warsaw, University of. 2012.** *ICPC Fact Sheet – World Finals Release*. 2012.
7. **Darje, Christian, y otros. 2003.** “*The Programmer’s Guide to SQL*”. United States of America: Apress, 2003. The book covers the latest version of the SQL standard, SQL-99, and includes two complete case studies, showing how to create and query the underlying database for a fully featured web site, and how to implement role-based security in your applications. pág 1. ISBN (pbk): 1-59059-218-2.
8. **PC2 Home Page. 2013.** “*The History of PC2*”. [En línea] California State University, Sacramento, 25 de 10 de 2013. [Citado el: 07 de 01 de 2014.] <http://www.ecs.csus.edu/pc2/pc2history.html>
9. **Sphere Research Labs. 2014.** “*Sphere Online Judge*”. [En línea] 2014. [Citado el: 10 de 01 de 2014.] <http://www.spoj.com/>
10. **Sphere Research Labs. 2014.** “*Sphere Research Business Solutions*”. [En línea] 2014. [Citado el: 10 de 01 de 2014.] <http://www.sphere-research.com/en/>
11. **Ying Fuchen, Xu Pengcheng, Xie Di. 2003-2013.** “*PKU JudgeOnline*”. [En línea] Peking University, 2003-2013. [Citado el: 10 de 01 de 2014.] <http://poj.org/>.
12. **Universidad de las Ciencias Informáticas. 2010-2013.** “*Caribbean Online Judge*”. [En línea] 01 de 2014 de 2010-2013. <http://coj.uci.cu/index.xhtml?lang=es>.
13. **Jacobson, Ivar, Booch, Grady y Rumbaugh, James. 2000.** “*El Proceso Unificado de Desarrollo del Software*”. (trad.) Salvador Sánchez, y otros. Español. Madrid: Addison Wesley, 2000. ISBN: 84-7829-036-2.
14. **Sommerville, Ian. 2005.** Ingeniería del software Séptima Edición. Pearson Education, 2005.
15. **Miers, Derek y White, Stephen A. 2008.** “*BPMN Modeling and Reference Guide: Understand and Using BPMN*”. Florida, USA: Publisher’s Cataloging-in- Publication Data, 2008. ISBN 978-0-9777527-2-0.
16. **The PostgreSQL Global Development Group. 2012.** “*The PostgreSQL Global Development Group*”. [En línea] [Citado el: 13 de diciembre de 2012.] <http://www.postgresql.org>
17. **The PHP Group. 2001-2014.** “*PHP: Hypertext Processor*”. [En línea] 2001-2014. [Citado el: 22 de 09 de 2013.] <http://php.net/>
18. **The Python Software Foundation. 1990-2014.** “*Python Programming Language - Official Website*”. [En línea] 1990-2014. [Citado el: 19 de 10 de 2013.] <http://www.python.org/>.
19. **The HTML Working Group. 2014.** W3C HTML Working Group. [En línea] 2014. [Citado el: 08 de 01 de 2014.] <http://www.w3.org/html/wg/>.
20. **The CSS Working Group. 2014.** W3C Introduction to CSS3. [En línea] 2014. [Citado el: 11 de 01 de 2014.] <http://www.w3.org/TR/2001/WD-css3-roadmap-20010523/>.

21. **Project, Doctrine. 2013.** “*The Doctrine Project*”. Doctrine. [En línea] 2013. [Citado el: 12 de 01 de 2014.] <http://www.doctrine-project.org/>
22. **Keegan, P. 2006.** “*NetBeans IDE field guide*”. New Jersey: Upper Saddle River: Prentice Hall, 2006.
23. **The Eclipse Foundation. 2013.** “*The Eclipse Foundation Community Open Source Web Site*”. [En línea] The Eclipse Foundation, 2013. [Citado el: 20 de 10 de 2013.] <http://www.eclipse.org/org/>
24. **SensioLabs. 2004-2013.** “*High Performance PHP Framework for Web Development – Symfony*”. [En línea] 2004-2013. [Citado el: 02 de 09 de 2013.]
25. **Apache Software Foundation. 1997-2014.** “*Apache HTTP Server Project*”. [En línea] 1997-2014. [Citado el: 11 de 10 de 2013.] <http://httpd.apache.org/docs/2.0/>.
26. **Torvalds, Linus. 2014.** “*Git --distributed-even-if-your-workflow-isnt*”. [En línea] 2014. [Citado el: 02 de 01 de 2014.] <http://git-scm.com/>
27. **Visual Paradigm International Ltd. 1999-2014.** “*Visual Paradigm Web Site*”. [En línea] 1999-2014. [Citado el: 10 de 09 de 2013.] <http://www.visual-paradigm.com/product/vpuml/editions/community.jsp>.
28. **The PostgreSQL Global Development Group. 1996-2014 .** “*PostgreSQL: The most advanced open source database*”. [En línea] 1996-2014. [Citado el: 05 de 01 de 2014.] <http://www.postgresql.org/docs/8.3/static/plpgsql-overview.html>
29. **Pressman, Roger S. 2006.** *Ingeniería del Software. Un enfoque Práctico*. Sexta Edición. Madrid: McGraw-Hill, 2006. ISBN: 970-10-5473-3.