

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



II Conferencia Internacional de Procesamiento de la Información
“CIPI 2019”

**Integración de la herramienta SymmetricDS con la Arquitectura Xalix
para configuración y monitorización de réplicas**

*Integration of the SymmetricDS tool with the Xalix architecture for
configuration and monitoring of replicas*

Reiman Alfonso Azcuy¹, Leduan B. Russel Acosta², Ailyn Pérez Águila³

1-Reiman Alfonso Azcuy. Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba.

razcuy@uci.cu

2-, Leduan B. Russel Acosta. Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba.

leduanb@uci.cu

3- Ailyn Pérez Águila. Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba.

aaguila@uci.cu

Resumen:

Con el avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones ha aumentado la demanda por parte de las empresas de las nuevas tecnologías principalmente en lo referido al almacenamiento de información en bases de datos. Varias de estas empresas funcionan de forma geográficamente distribuida como sucursales, por lo que requiere que la información esté actualizada en cada una de ellas, teniendo en cuenta los cambios que ocurren en otras, es por ello, que se hace necesario la utilización de herramientas de réplica de datos. Ese es el caso de las plataformas desarrolladas en el Centro de Tecnologías para la Formación FORTES de la Universidad de las Ciencias Informáticas. En FORTES, para el trabajo con réplicas, se utiliza la herramienta SymmetricDS por su eficiencia y bajos requisitos de Hardware, pero esta tiene la desventaja de que las operaciones sobre ella se tornan complejas dado que deben ejecutarse mediante la escritura de comandos en la consola y la modificación manual de ficheros de texto. La herramienta SymmetricDS cuenta con una interfaz visual liberada bajo licencia privativa por

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



lo que para poder utilizar dicha herramienta el país tendría que incidir en importantes gastos económicos. En función de lo descrito se plantea una propuesta de solución que permite facilitar el trabajo con el software mencionado, sin que el país tenga que incurrir en dichos gastos. La propuesta consiste en un módulo que permite la replicación con SymmetricDS desde la Arquitectura Xalix utilizada para las plataformas desarrolladas por FORTES.

***Abstract:** With the advancement of information and communications technologies, the demand from companies for new technologies has increased, mainly in relation to the storage of information in databases. Several of these companies operate geographically distributed as branches, so it requires that the information be updated in each of them, taking into account the changes that occur in others, that is why it is necessary to use tools data replication This is the case of the platforms developed at the FORTES Training Technology Center of the University of Computer Sciences. In FORTES, for work with replicas, the SymmetricDS tool is used for its efficiency and low hardware requirements, but this has the disadvantage that the operations on it become complex since they must be executed by writing commands in the console and the manual modification of text files. The SymmetricDS tool has a visual interface released under a private license, so in order to use this tool the country would have to have significant financial expenses. Based on what has been described, a solution proposal is proposed that facilitates the work with SymmetricDS the aforementioned software, without the country having to incur in high expenses. The proposal consists of a module that allows the replication with SymmetricDS from the Xalix Architecture used for the platforms developed by FORTES.*

Palabras Clave: Xalix, Bases de Datos, FORTES.

Keywords: SymmetricDS, Xalix, Databases, FORTES.

1. Introducción

En la última década, el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se ha enfocado en la informatización de los distintos sectores de la sociedad, incluyendo los procesos en diferentes entidades y empresas, lo que ha conllevado al almacenamiento masivo de información en Bases de Datos (BD).

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Las BD se han convertido en una fuente confiable de almacenamiento de grandes cantidades de información para cualquier sector, sirviendo de soporte para diversos procesos vinculados a la toma de decisiones en sistemas empresariales y a la consulta rápida de información. Las mismas son utilizadas en los servidores administrativos de todo el mundo en apoyo a servicios como correo electrónico y Sistemas de Nombre de Dominio (DNS según sus siglas en inglés), siendo el centro del funcionamiento en los sistemas de dichos servidores por lo que se han hecho imprescindibles. Sin embargo, con dichos avances se hace necesario que la información almacenada en una BD sea accesible desde otros centros de información (CI).

La necesidad de acceso a información que se encuentra en diferentes BD, se hace visible en diversas empresas que se distribuyen en varias sucursales y se necesitan que la información registrada en cada una de esas sucursales se actualice en el servidor central de la empresa. Un ejemplo de ello es la red de Universidades del Ministerio de Educación Superior, o la empresa GeoCuba, ya que las mismas poseen 16 sucursales distribuidas a lo largo del país. También ocurren los casos en los que por el volumen de la BD y las propiedades del hardware con que cuenta el servidor de BD el mismo no puede soportar las operaciones de lectura y escritura. Debido a esto es necesario separar la BD en dos o más servidores para lectura y escritura, manteniéndose, la necesidad de la actualización de los datos en diferentes servidores mencionada anteriormente.

Generalmente se requiere tener una BD centralizada, y hacer copias de la información desde ella hacia otras BD secundarias. La forma adecuada para solucionar esta situación es lo que se denomina replicación de datos o réplicas, lo cual permitiría el envío de información entre Bases de Datos distribuidas geográficamente a través la red, haciendo uso de algún mecanismo o herramienta de replicación.

En Cuba existen varias entidades que utilizan replicación para garantizar la accesibilidad de la información, ejemplo de ello son las aplicaciones que se desarrollan en varios centros de producción de la Universidad de las Ciencias Informáticas UCI.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



En el centro de tecnologías para la formación FORTES de la UCI, la cual realiza productos para la educación, se desarrollan plataformas educativas bajo la arquitectura Xalix. Dentro de estas plataformas se encuentran Zera y el Sistema de Gestión de Ingreso a la Educación Superior SIGIES. Dichas plataformas deben funcionar de forma distribuida, manteniendo actualizada la información en un nodo central según las modificaciones realizadas en los diferentes servidores, por lo que se requiere la utilización de réplicas. Sin embargo, para cumplir con las políticas de migración a software libre que se están llevando a cabo en el país, se decide utilizar por parte del equipo de desarrollo la herramienta libre SymmetricDS.

La herramienta SymmetricDS es efectiva para la configuración y monitorización de réplicas (Eric Long C. H., 2014), sin embargo, configurarla es un proceso bastante engorroso. Debido a que se deben modificar, de forma manual, una serie de ficheros correspondientes a cada una de las BD entre las cuales se desea establecer un sistema de réplicas. Además de que todas las instrucciones le deben ser escritas mediante por medio de la consola. Existe una herramienta desarrollada por la compañía Oracle llamada SymmetricDS -Pro la cual funciona como interfaz gráfica para la herramienta SymmetricDS, permitiendo realizar de forma simple la planificación, configuración, administración y monitorización de réplicas.

Esta herramienta, tiene la agravante de que es un producto liberado bajo licencia privativa con un costo de \$3850. Dicha agravante implica que, si es instalado sin pagar la licencia correspondiente, la utilización de la misma no puede ser superior a quince días. Esto significa que para poder utilizar este producto el país tendría que incurrir en gastos económicos significativos para el pago de la licencia según el valor antes mencionado.

A partir de la situación descrita anteriormente, se plantea el siguiente **problema a resolver:**

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



¿Cómo facilitar la monitorización y configuración de réplicas con la herramienta SymmetricDS, en los productos desarrollados en FORTES sin que el país tenga que incurrir en gastos económicos por el pago de una licencia?

A raíz del cual se plantea como objetivo:

Desarrollar un módulo que permita la configuración y monitorización de réplicas con la herramienta SymmetricDS, haciendo uso de la Arquitectura Xalix para los productos desarrollados en el centro FORTES.

El presente artículo contará con la siguiente estructura:

Sección materiales y métodos: Introducción a SymmetricDS y Xalix.

Sección propuesta de solución: Aspectos de la modelación, desarrollo y pruebas del sistema.

Sección caso de estudio: Descripción del uso del sistema en un escenario real.

Sección de conclusiones: Se exponen las conclusiones del artículo.

Referencias: referencias bibliográficas.

2. Métodos y Materiales

Los métodos de trabajo científico utilizados fueron los siguientes:

Histórico lógico: fue utilizado para el estudio crítico de trabajos anteriores. Así como comprobar la evolución del fenómeno investigado y el comportamiento de este en una secuencia temporal. Empleado para asumir el conocimiento de antecedentes, causas y otras evidencias históricas en que se aplican métodos y técnicas de replicación de datos.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Análítico-sintético: utilizado al descomponer el problema de investigación en elementos por separado y profundizar en el estudio de cada uno de ellos, para luego sintetizarlos en la solución de la propuesta.

Análisis documental: fue utilizado en la consulta de la literatura especializada, para extraer la información necesaria que responda a las características distintivas del problema.

Observación: posibilitó la observación de los procesos de réplica, así como el desarrollo de los eventos y la interacción de los mismos durante el proceso de validación.

Introducción a SymmetricDS

SymmetricDS es un software de replicación de datos asíncrona que permite subscriptores múltiples y sincronización bidireccional. Utiliza tecnologías web y de BD para replicar tablas entre BD relacionales, casi en tiempo real. El software fue diseñado para escalar a un gran número de BD, trabajar con conexiones de bajo ancho de banda y resistir a periodos de inoperatividad de la red (Long et al., 2014).

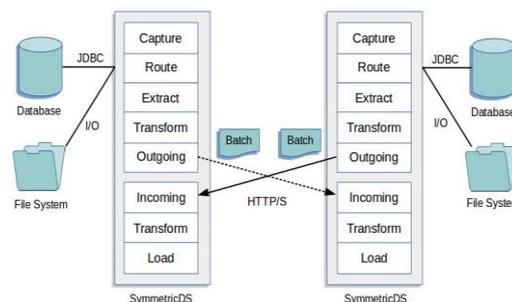


Ilustración 1. Flujo de trabajo de SymmetricDS [5].

Una única instalación de SymmetricDS se denomina un *Nodo*. Un *Nodo* es inicializado mediante un fichero *properties* y es configurado insertando datos de configuración en una serie de tablas de BD. A continuación, el *Nodo* crea *disparadores* de BD en las tablas de aplicación especificadas, de modo que los eventos de BD son capturados para ser entregados a otros *Nodos SymmetricDS*.

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



SymmetricDS está escrito en Java 5 (Gosling et al., 1996) y requiere Java SE Runtime Environment (JRE) o Java SE Development Kit (JDK) versión 5.0 o superior. Soporta la sincronización entre diferentes plataformas de BD, mediante el concepto de dialectos de base de datos. Un dialecto de BD es una capa de abstracción con la cual interactúa SymmetricDS para aislar la lógica de sincronización de los detalles de implementación específicos de cada BD.

Las principales características por lo cual se eligió SymmetricDS sobre las demás herramientas son:

- Licencia de código abierto GPL, multiplataforma.
- Pensado para trabajar con conexiones de bajo ancho de banda.
- Pensado para tener nodos desconectados por largos periodos de tiempo.
- Es capaz de replicar los cambios estructurales de la BD que puedan surgir.
- Flexibilidad a la hora de declarar las reglas de replicación de los datos.
- Facilidad de configuración.
- Amplia documentación, comunidad, soporte y ejemplos.
- Alto rendimiento en ambientes con bajo ancho de banda y problemas de conexión.

A continuación, se describen los pasos a seguir para configurar una réplica con la herramienta SymmetricDS:

1. Configurar un fichero de extensión .properties para cada nodo físico incluido en sistema de réplica.
2. Ejecutar el comando para generar las tablas en cada uno de los nodos.
3. Ejecutar el comando para iniciar el servicio en cada uno de los nodos.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

4. Insertar mediante una consulta SQL en el servidor maestro los canales a utilizarse.
5. Insertar mediante una consulta SQL en el servidor maestro los Grupos de Nodos.
6. Insertar mediante una consulta SQL en el servidor maestro los Nodos.
7. Insertar mediante una consulta SQL en el servidor maestro los Disparadores por cada tabla.
8. Insertar mediante una consulta SQL en el servidor maestro los Rúter por cada tabla.
9. Relacionar los Rúter con los disparadores.
10. Insertar la identidad de los nodos.

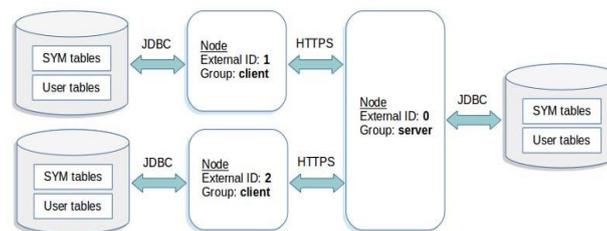


Ilustración 2. Arquitectura de SymmetricDS (Long et al., 2014).

Arquitectura Xalix

El centro FORTES de la UCI desarrolla una serie de proyectos enmarcados en la línea Xauce dedicada a la educación, dentro de ellos se encuentran la plataforma educativa Zera y el Sistema de Gestión de ingreso a la Educación Superior, a los cuales se hacía referencia en la introducción del documento. Estas plataformas deben ser desplegadas a lo largo del territorio nacional. Esto implica que se requiera replicación para la actualización de los mismos dado a que tendrán un servidor central y/o nodo central y varios hijos que dependan de él. Para con la utilización de algún mecanismo de replicación se puede garantizar la actualización de cada uno de los hijos, así como su retroalimentación con el servidor central.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



Para el desarrollo de estos proyectos fue utilizada la Arquitectura Xalix que es una arquitectura definida por el centro de producción para sus proyectos utilizando Symfony 2 de conjunto con varios *bundles* de terceros u administrativos. Estos se encuentran ya definidos de forma genérica para la implementación de cualquier nuevo proyecto que requiera funcionalidades que ellos brinden (Manso Guerra, 2016).

Dado que tanto los proyectos Zera y SIGIES como la plataforma en desarrollo Félix Varela, pueden, en algún momento determinado requerir réplicas se requiere la implementación de un *bundle*, que permita incluir dentro de la arquitectura Xalix servicios de réplicas. Por lo que el producto al que el documento hace referencia debe estar enmarcado en las tecnologías que implementa dicha arquitectura, o sea una versión del *framework* Symfony 2 o superior, y basarse en la metodología de desarrollo que se utiliza en dichos proyectos la cual es la variación AUP UCI de la metodología AUP.

3. Propuesta de solución

Se propone el desarrollo de un módulo que consta con 55 requisitos funcionales que incluyen la instalación de SymmetricDS, así como la configuración y monitorización.

Todo bajo el marco de trabajo Xalix para plataformas web utilizado en FORTES.

A continuación, se listan algunos de los requisitos que más inciden en el proceso de replicación:

1. Instalar y desinstalar SymmetricDS.
2. Iniciar, detener, y consultar estado del servicio SymmetricDS.
3. Configurar físicamente los servidores de SymmetricDS de forma básica y avanzada.
4. Gestionar Canales de Comunicación.
5. Gestionar Nodos, Grupos de Nodos, Seguridad de Nodos, Identidad de Nodos Disparadores y Enrutadores.
6. Gestionar enlaces entre Grupos de Nodos y Disparadores-Enrutadores.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



7. Monitorizar datos mediante las consultas a las tablas Sym_Data, Sym_Conflict, y Sym_Error.

Al módulo le fue implementado además un mecanismo de selección de tablas con el objetivo de evitar errores por parte del usuario haciendo uso de un recorrido a lo ancho sobre la BD modelada en forma de Grafo. Esto no impide como el usuario entre una configuración errónea por lo que aún continua el riesgo de que en las réplicas se produzcan conflictos. Por ello se considera que el módulo es administrativo. Actualmente se trabaja en un modo de recomendar configuraciones al usuario mediante el uso de árboles de decisión.

Pruebas

Las pruebas unitarias permitieron ir comprobando el correcto funcionamiento de determinadas funciones implementadas durante el desarrollo del sistema. Para llevar a cabo estas pruebas se empleó el método de caja blanca utilizando además el *framework* de pruebas PHPUnit. Estas no se planificaron ni fueron registradas ya que fueron realizadas a medida que avanzaba el proceso de desarrollo de la aplicación. Con el objetivo de verificar el cumplimiento de los requisitos funcionales establecidos para la presente investigación se hace uso de las Pruebas de Caja Negra, teniendo en cuenta la técnica de partición por equivalencia. La partición equivalente se basa en la definición de casos de pruebas que descubran diferentes tipos de errores, reduciendo así en número de clases de prueba que hay que desarrollar.

Además, se hace uso de los casos de prueba generados durante este flujo de trabajo con el fin de detectar la mayor cantidad de no conformidades posibles en las funcionalidades del sistema realizándose cuatro iteraciones de prueba. Dichos datos se recogen en una tabla la cantidad de no conformidades determinadas en cada iteración clasificadas de acuerdo a su nivel significación alto, medio, o bajo. Se define nivel de significación alto para aquellas no conformidades que impactan directamente en el éxito de funcionalidades importantes para el trabajo del sistema; medio para aquellas no afectan la lógica del sistema, pero si la forma en que el usuario interactúa con ellas, y bajo para aquellas referidas a problemas de diseño, redacción, ortografía o traducción.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Significación de la no conformidad	Iteración I	Iteración II	Iteración III	Iteración IV
Baja	16	11	4	0
Media	8	6	2	0
Alta	11	8	3	0
Total	35	25	9	0

Tabla 1. Tabla de no conformidades detectadas en las iteraciones

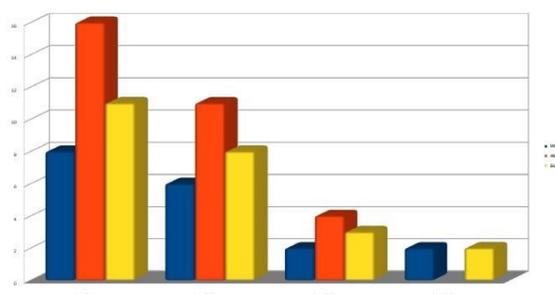


Ilustración 3. Comportamiento de las no conformidades durante las pruebas (Elaboración propia).

4. Caso de estudio

El Sistema fue validado en dos ocasiones, un primer momento al entrar en fase de prueba donde fue configurado con tres nodos, un nodo maestro y dos nodos esclavos, con diferentes tiempos de replicación, y fueron transferidos varias tablas con los diferentes tipos de relaciones (Uno a muchos, uno a uno, muchos a muchos). En un primer momento se mantuvieron replicando cada 10 minutos los cambios realizadas. Durante este proceso el sistema funcionó de forma efectiva. En un segundo momento se desconectó de la red uno de los nodos esclavos para probar los mecanismos de recuperación, el sistema continuo haciendo el mismo envío de datos hacia el nodo hasta que el mismo fue conectado de nuevo a la red y recibió la información perdida anteriormente. En este escenario las pruebas mostraron un 100% de efectividad.

El sistema además fue utilizado para dar soporte de réplicas al SIGIES durante el periodo de los exámenes de ingreso y otorgamiento de carreras. Para ello fueron configurados tres

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



nodos maestros en La Habana, Villa Clara, y Santiago de Cuba, que mantenían la comunicación con el resto del país. Las réplicas se mantuvieron efectivas durante todo el sistema de ingreso.

5. Conclusions

Con la presente solución se obtiene un sistema que permite resumir los pasos mencionados anteriormente al trabajo con una interfaz web sin tener que utilizar la consola o directamente un sistema gestor de bases de datos para la escritura de consultas. Dichas consultas son generadas automáticamente por la aplicación.

Se resolvió el problema planteado mediante mediante la implementación del módulo para la arquitectura Xalix.

6. Referencias bibliográficas

1. **Monge, R. (2005):** Sistemas Distribuidos de Computación. Trabajo Investigativo "Base de Datos Distribuidas:Replicación". Valparaiso.
2. **Morales, V. T. (2011):** Bases de Datos Distribuidas.
3. Community, S. SymmetricDS. 2013. (2013). Retrieved 10 8, 2016, from <http://www.SymmetricDS.org/>
4. **Eric Long, C. H. (2014):** SymmetricDS User Guide. JumpMind, Inc.
5. **Eric Long, C. M. (2018):** SymmetricDS Pro Quick Start. .
6. **Bourque, P., & Dupuis, R. (2016):** Guide to the Software Engineering Body of Knowledge II.
7. **Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (1999):** The Unified Software Development.
8. **Lawrence-Pfleeger, & Shari. (1998):** Software Engineering: Theory and Practice.
9. **Wilson, S. F. (1999):** Analyzing Requirements and Defining Solution Architectures. Redmond: Microsoft Press,.
10. **Manso Guerra, Y. (2016, 11 16):** Arquitectura Xalix. (R. Alfonso Azcuy, Interviewer)

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



11. **Martin, D. (2012):** Aplicación para resolución de conflictos en bases de datos. Bogotá.
12. **Martin, R. C. (2003):** Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices.
13. **Moreno, G. (2012):** Replicación en PostgreSQL 9.0. Universidad Nacional de Salta.
14. **Pressman, R. S. (2019):** Ingeniería de Software. Un enfoque práctico.
15. **Reingart, M. (2016):** Sistema de replicación simple para PostgreSQL programado en Python. Retrieved 12 9, 2016, from <http://code.google.com/p/pyreplica/>.
16. **Sommerville, I. (2018):** Software Engineering. Novena Edición.