

MÓDULO DE CONTROL DE DISTRIBUTIVOS Y GENERACIÓN DE HORARIOS INTEGRADO AL SISTEMA DE CONTROL DE DOCENTES DE LA FISEI EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

Andrea E. Sotelo; Franklin O. Mayorga

**Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.
Ambato, Ecuador, e-mail: andre.chinita@gmail.com*

*† Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial,
Ambato, Ecuador, e-mail: fmayorga@uta.edu.ec*

Resumen: *Este documento evidencia la importancia de la automatización en cuanto a la información de Distributivo de trabajos, Disponibilidad de Docentes así como en la aplicación de algoritmos genéticos para el proceso de generación de Horarios, la primordial motivación es optimización del tiempo en cuanto a los procesos que intervienen en el manejo de información necesaria para la elaboración de horarios permitiendo que en cada periodo académico haya una mejor generación que la del periodo anterior obteniendo así horarios confiables que además cumplan con las normas establecidas en la FISEI. De esta manera la FISEI puede contar con la seguridad en cuanto a información y además agiliza. Como resultado principal de este proyecto es la desarrollo del Módulo de Control de Distributivos y Generación de Horarios (CDGH) integrado al sistema de control de docentes de la FISEI en la Universidad Técnica de Ambato.*

Palabras clave: *Control, Distributivos, Horarios, Sistema.*

Abstract: *This document highlights the importance of automation in terms of information Distributive work, availability of education and the application of genetic algorithms to the process of generating timetables, the primary motivation is time optimization in terms of the processes involved in the management of information necessary for the preparation of schedules allowing each academic period has a better generation than the previous period obtaining reliable schedules also meet the standards set in the FISEI. Thus the FISEI could be assured in terms of information and also streamlines. The main result of this project is the development of Control Module Generation Distributive and Schedules (CDGH) integrated into the control system of the FISEI teachers at the Technical University of Ambato.*

Keywords: *Control, Distribution, Schedule System.*

1. INTRODUCCIÓN

En la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, antes de cada periodo académico los coordinadores de carrera realizan los distributivos de trabajo; los cual consta con la información de materias, docentes, niveles paralelos, créditos que serán impartidos en cada carrera de la facultad. Los cual son presentados para la aprobación y de ser necesario se hacen pequeñas modificaciones. Para la elaboración de horarios se basan en la información de los distributivos previamente aprobados y la disponibilidad del docente. Este es un proceso que se lo realiza de forma manual, en donde la información se encuentra almacenada en diferentes medios y es utilizada para establecer horarios verificando que no hayan cruces de horas en el cual se invierte por lo menos una semana para hacerlo. Después de ya fijados los horarios se ingresa la información al Sistema de Control de Docentes de la FISEI.

La información de Distributivos y Disponibilidad de Docentes es una parte importante para la creación de horarios sin embargo la información anteriormente mencionada se maneja y almacena de forma independiente al Sistema de Control de Docentes de la FISEI existente; lo cual no ha permitido un control adecuado de dicha información. Cabe recalcar que al momento de ingresar la información de horarios previamente realizados se produce errores de tipeo, provocando que en los horarios exista información errónea e incluso cruces de horas; de modo que por estas razones no se ha permitido un manejo óptimo en cuanto a realización de horarios retrasando su proceso.

Con la implementación del Módulo de Control de Distributivos y Generación de Horarios Integrado al Sistema de Control de Docentes de la FISEI en la Universidad Técnica de Ambato se proporcionará que la información de distributivos sea automatizada, y el proceso de horarios ya no se lo realice de forma manual, sino que con la utilización de algoritmos genéticos permita que se genere automáticamente los horarios y en cada generación que se lo haga sea mucho

mejor que la anterior; teniendo horarios idóneos para ser elegidos.

La importancia de hacer estos procesos de forma automatizada es que tendremos información segura, concreta evitando datos erróneos y que se encuentre almacenada de manera centralizada y disponible para las personas involucradas en los mismos procesos. Con este módulo la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial permitirá que cuyos procesos sean mucho más rápidos y eficaces beneficiándose docentes los docentes, estudiantes y en si la facultad, porque se maneja y entrega la información de manera ágil y oportuna.

2. INFORMACIÓN DE DISTRIBUTIVOS Y PROCESO DE HORARIOS

Es oportuno indicar que la FISEI cuenta con un sistema de Control de Docentes Web el cual carece de un Módulo de Control de Distributivos y Generación de Horarios, por lo que se manejan varios procesos de forma manual, tales como la asignación de materias y horas de docentes, la generación de Horarios y el ingreso directo de información en la base de datos. De esta forma, el control no es el más adecuado en la información de los Distributivos así como en la elaboración de horarios, que deberían realizarse de manera más rápida y eficiente.

En cada período académico el control de la información de los distributivos y horarios causan molestias por las constantes modificaciones previas al inicio de clases e incluso en el transcurso de los primeros días del nuevo ciclo, con lo que podría producirse un colapso en las actividades generando retrasos en las planificaciones y la pérdida de tiempo.

Además se invierte mucho tiempo en el Control necesario para la generación de horarios, cruces de horas que ocasionan la reorganización de horarios. Mientras se va realizando el ingreso de información o las modificaciones, puede producirse actualizaciones no adecuadas, lo cual genere conflicto con los datos administrativos que se manejan durante todo el período académico.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Metodología de desarrollo de software Xtreme Programming

Para la elaboración del Módulo se utilizó la metodología XP, XP es una metodología de desarrollo ágil basada en fortalecer la comunicación constante entre el equipo, en un ambiente óptimo, proporcionando un constante aprendizaje de los desarrolladores, para que un excelente desempeño en cuanto al desarrollo de software permitiendo que este sea más agradable y sencillo. XP se basa en comunicación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo. El desarrollo del software debe ser simple e intuitivo; su diseño amigable y de fácil comprensión, además que su código debe ser sencillo, de

esta manera se ofrece al cliente lo que necesita. “XP se define como especialmente adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico” [1].

Modelo de gestión de calidad de software CMI

Para mejorar la calidad del módulo ante el cliente se utilizó el modelo CMI (Modelo de Madurez y Capacidad Integrado), CMI es un modelo de madurez y evaluación de mejora de los procesos para el desarrollo de productos y de servicios. Consiste en un conjunto de las mejores prácticas útiles para la gestión de procesos que se emplean en las actividades de desarrollo y de mantenimiento, es decir desde el inicio hasta la entrega y el mantenimiento del mismo basándose en el ciclo de vida. Las áreas de proceso de Ingeniería de CMMI son desarrollo de requerimientos, gestión de requerimientos, solución técnica, integración de producto, verificación y validación [2].

Conceptos Básicos Algoritmos Genéticos

Los conceptos principales relacionados con algoritmos genéticos son:

- **Genotipo:** Es el conjunto de características genéticas hereditarias de un organismo o estructura genética del organismo. El conjunto de informaciones genéticas se lo denomina genoma.
- **Fenotipo:** Es conjunto de características físicas de un organismo. Contiene rasgos fisiológicos, conductuales y anatómicas que se determinan entre la interacción de la estructura genética y los factores ambientales que son las propiedades observables de un organismo.
- **Cromosoma:** Es una estructura altamente organizada formada por ADN, está muy empaquetado y protegido. Los cromosomas también contienen proteínas que ayudan al ADN a existir en la forma apropiada.
- **Gen:** Es la unidad de almacenamiento de información del organismo necesaria para construir una proteína y a la vez controla la manifestación del carácter.
- **Alelo:** Resulta ser cada una de las formas alternativas que presenta un gen [3].

Los algoritmos genéticos son métodos adaptivos en una búsqueda basada en la teoría de la evolución, los mismos que fueron desarrollados por John H. Holland a fines de los 60s, cuyo objetivo primordial era estudiar los procesos que los individuos pasan para adaptarse a determinado lugar, este estudio sirvió para que las computadoras puedan adoptar mecanismos similares de evolución en sistemas complejos. Sin embargo los Algoritmos Genéticos fueron realizados para ser utilizados como una herramienta de optimización [4].

En un problema específico las soluciones candidatas permiten evaluarlas mediante la función de aptitud cuyo objetivo de los algoritmos genéticos es escoger la mejor aleatoriamente. Se

han utilizado algoritmos genéticos para resolver problemas complejos de manera eficiente y obteniendo resultados óptimos. Los algoritmos genéticos han dejado sorprendidos a los programadores con los resultados obtenidos en primera instancia [5].

Dentro de los algoritmos genéticos existen ventajas que resaltar como su descendencia múltiple la cual pueden explorar el espacio de soluciones en múltiples direcciones a la vez; les permite superar incluso un enorme número de posibilidades, y encontrar con éxito resultados óptimos o muy buenos en un corto periodo de tiempo, asimismo se desenvuelven bien en problemas con un paisaje adaptativo complejo aquéllos en los que la función de aptitud es discontinua, ruidosa, cambia con el tiempo, o tiene muchos óptimos locales, además de su habilidad para manipular muchos parámetros simultáneamente y sin olvidar que se basan en reglas probabilísticas [6].

Los algoritmos genéticos tienen pequeña limitaciones entre ellas tenemos el lenguaje empleado para especificar soluciones candidatas debe ser capaz de tolerar cambios aleatorios que no produzcan constantemente resultados sin sentido otra limitación se debe emplear la función de aptitud cuidadosamente para que se pueda dar una solución mejor para el problema dado así como también deben elegirse cuidadosamente los otros parámetros de un AG -el tamaño de la población, el ritmo de mutación y cruzamiento, el tipo y fuerza de la selección [6].

La Función objetivo

Es la función que permite determina que tan óptimo es la solución mediante bases combinadas entre la población para obtener una mejor generación. Todo esto se realiza mediante el valor óptimo de fitness, como la idoneidad, rendimiento de la solución q representa un cromosoma [7].

En el algoritmo vemos los siguientes pasos:

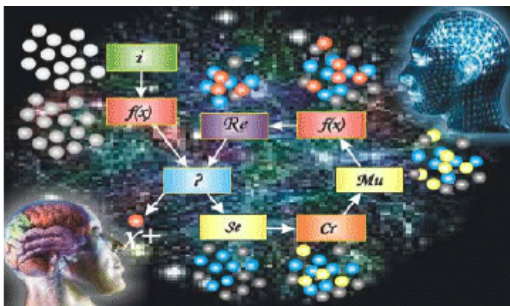


Gráfico 1. Algoritmo Genético. Fuente [6]

- Selección o reproducción: Este operador escoge cromosomas aleatoriamente entre la población para efectuar la reproducción. La probabilidad de escoger a los cromosomas depende a su función aptitud. Los más aptos son los que más se reproducen.

- Cruce: Se trata de un operador cuya labor es mezclar los gametos de los progenitores de modo que se fusionen. Mediante el cruzamiento se pueden reproducir obteniendo progenitores más idóneos.

- Mutación: Este operador realiza variaciones de forma aleatoria dentro de un cromosoma: El gen mutado interviene en la reproducción. Las técnicas de mutación son inversión de un solo bit, inversión por fragmentos, selección aleatoria.

- Reemplazo una vez aplicados los operadores genéticos, se eligen los individuos más óptimos que formaran parte de la población para la siguiente generación [8].

IV. PROPUESTA DE DESARROLLO

Mediante el desarrollo del presente módulo se podrá satisfacer las necesidades previamente establecidas en cuanto a la automatización de los procesos de control de distributivos y generación de horarios, evitando inconvenientes con la información que maneja el sistema e incluso la optimización del tiempo en cuanto a la generación de la información de los horarios de los docentes.

El Módulo Control de Distributivos y Generación de Horarios permitirá que en cada periodo académico se den mejoras en la generación de horarios buscando cada vez más su optimización. Obteniendo así horarios confiables que cumplan con las normas necesarias.

Este módulo se alojara en el servidor en el que se encuentra el Sistema de Control de Docentes de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, electrónica e Industrial.

Para el desarrollo se emplearon las siguientes herramientas:

- Lenguaje de Programación: ASP. NET
- IDE de Desarrollo: MS Visual Studio
- Motor de base de datos: SQL Server 2008 R2
- Complementos: JQuery, Ajax, JavaScript, ItextShar

Los algoritmos genéticos se utilizaron para crear horarios de forma automatizada. Para ello se elaboró un diagrama de flujo que muestra la secuencia del procedimiento para la generación de horarios mediante algoritmos genéticos. Es de este modo como se emplea en el programa para su codificación en la interfaz.

La programación del Algoritmo se lo realizo en Visual Studio 2012 en donde fue necesario investigar, analizar y definir el empleo de herramientas y complementos necesarios para que los resultados obtenidos sean satisfactorios en donde se utilizó el diagrama que muestra el Grafico 2, el mismo que fue codificado respetando cada uno de los procesos presentados.

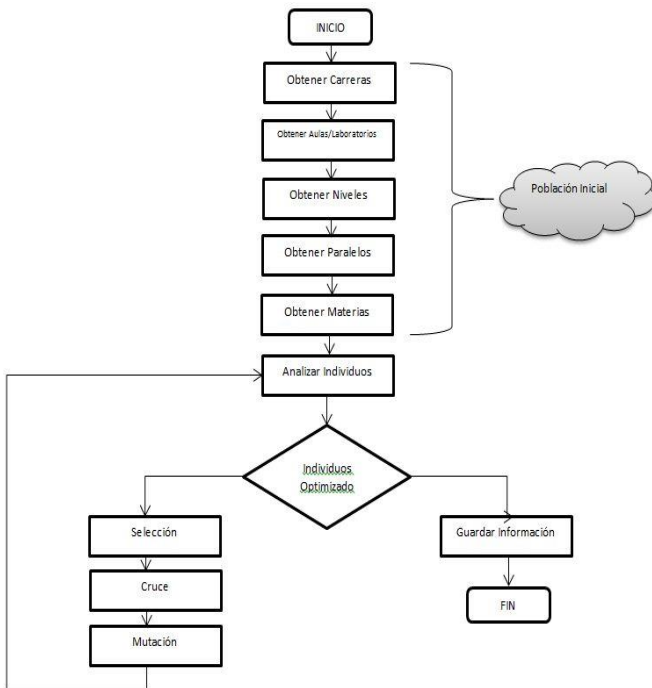


Gráfico 2. Diagrama de Algoritmo Genético. Fuente Propia

En la codificación del diagrama lo primero que se debe obtener es la población inicial para lo cual se necesitó de vistas y tablas de la base de datos que permiten la selección de los datos necesarios para la generación de horarios en donde se hace de forma aleatoria, dentro de ellos tenemos:

- Vista Vis_Carreras
- Tabla Aulas
- Vista Vis_Niveles
- Vista Vis_Paralelos
- Vista Vis_materias

Una vez que ya se obtuvo la población inicial que es la base fundamental de los Algoritmos Genéticos, se procede a el análisis respectivo de cada uno de los individuos obtenidos en Carreras, Aulas, Niveles por carrera, Paralelos por nivel y Materias por Nivel. A esta población se le aplica la función de aptitud para saber si los individuos son adaptables a cambios en los siguientes procesos.

Para poder obtener los individuos idóneos se aplica el operador de selección de la población indicada y de forma randomica se obtiene un valor de cruzamiento el cual es aplicado al día, hora, materia, aula, nivel, carrera y paralelo. Del mismo modo se aplica la mutación de cada uno de los individuos anteriormente mencionados.

Cuando ya se han aplicado estos operadores se verifica Si el individuo es individuo es idóneo, y mediante la codificación nos da dos opciones las cuales son: en el caso de no ser idóneo se vuelve a realizar todo el procedimiento y la otra opción que es si es idóneo se guarda la información.

Además dentro de esto tenemos la determinación de pesos y el número de iteraciones establecidas mediante interfaz que permiten que la información mostrada se vaya optimizando un poco más en cada generación de horarios.

Para poder obtener la información de una manera amigable al usuario fue necesario utilizar controles dentro de Visual Studio 2012 entre ellos tenemos Datalist, DataTable, Gridview y se compacta la información obtenida en los procesos realizados por el algoritmo genético dentro de los controles mencionados con formato y estilos que permite visualizar la información.



Gráfico 3. Diseño de Interfaz Generación de Horarios. Fuente Propia

V. RESULTADOS

Tiempo: El presente proyecto se lo realizó entre el 12 de Febrero de 2015 y el 30 de marzo de 2016.

Costo: El costo estimado para la realización de este proyecto es de \$ 7048,97.

A continuación se describe los costos de los recursos necesarios para el desarrollo del Módulo:

RESUMEN DE COSTOS	
RECURSOS	VALOR
Recursos Humano	2700
Recursos Tecnológicos	2660
Recursos Materiales	1048,15
Imprevistos (10%)	640,82
TOTAL	7048,97

Tabla 1. Flujo de Pagos. Fuente Propia

En el proceso de elaboración de horarios se involucraban por lo menos 6 personas, quienes ingresaban datos de forma manual durante una semana completa, y dedicados solo a ese proceso en ese límite de tiempo. Se necesitaba coordinación y concentración para un buen resultado, sin embargo había equivocaciones de tipeo al subir la información al sistema.

Mediante los algoritmos genéticos en el proceso de elaboración de horarios se ha optimizado el tiempo, porque dependiendo de las iteraciones se demora un tiempo menor al proceso manual. Además, una persona puede hacerse cargo

de este proceso, y mientras se generan las soluciones puede realizar otras actividades a la vez. Asimismo, la información es más segura y confiable.

Cave recalcar que los rangos de tiempo que toma la generación de horarios con el uso del sistema es desde 1 a 10 minutos con una iteración. Mientras más iteraciones se realice demora un poco más, pero en comparación con el proceso manual el tiempo empleado siempre será menor.

También se puede constatar el tiempo empleado para la generación de horarios, ya que la interfaz permite que el usuario lo compruebe de forma visual. Con esto comprobamos que se ha reducido el tiempo que se empleaba para la realización de horarios.

CARRERA	SECCION	MATERIA	HORARIO	DOCENTE	MATERIA	HORARIO	DOCENTE
INGENIERIA EN SISTEMAS	MODELOS Y SIMULACION	MODELOS Y SIMULACION	10:00-11:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	10:00-11:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	OPORTUNA Y TRATAMIENTO DE IMAGENES	ELECTRONICA DIGITAL II	11:00-12:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	OPORTUNA Y TRATAMIENTO DE IMAGENES	11:00-12:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	RESISTENCIA DE MATERIALES	INGENIERIA DE SOFTWARE	13:00-14:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	RESISTENCIA DE MATERIALES	13:00-14:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	ELECTRONICA DIGITAL	ELECTRONICA DIGITAL	14:00-15:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	ELECTRONICA DIGITAL	14:00-15:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	BASE DE DATOS II	BASE DE DATOS II	15:00-16:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	BASE DE DATOS II	15:00-16:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	CINCUetos ELECTRONICOS II	CINCUetos ELECTRONICOS II	16:00-17:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	CINCUetos ELECTRONICOS II	16:00-17:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	17:00-18:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	17:00-18:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	18:00-19:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	18:00-19:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	19:00-20:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	19:00-20:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	20:00-21:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	20:00-21:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	21:00-22:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	21:00-22:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	22:00-23:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	22:00-23:00	INGENIERIA EN SISTEMAS
INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	23:00-24:00	INGENIERIA EN SISTEMAS	INGENIERIA EN SISTEMAS	23:00-24:00	INGENIERIA EN SISTEMAS

Gráfico 4. Resultado Generación de Horarios Fuente Propia

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Los complementos utilizados en el desarrollo como JQuery, Ajax, JavaScript, ItextSharp permitieron que el diseño de interfaz sea sencillo y de fácil manejo para el usuario
- Mediante la Generación de Horarios se optimizo el tiempo y permitió que no exista anomalías como errores de tipeo al subir la información presentando datos erróneos en los Horarios demostrado anteriormente en los anexos expuestos.
- Con la Implantación del Módulo de Control de Distributivos y Generación de Horarios los procesos que intervienen en ellos son mucho más ágiles, la información es mucho más segura además solo los usuarios con permisos pueden acceder a esta información; creando confiabilidad en los datos que se obtiene en un reporte.

- La utilización de Algoritmos Genéticos permitieron que el desarrollo de software en cuanto a Generación de horarios llegue a cumplir los requisitos establecidos para el Modulo.
- Con el funcionamiento de Algoritmos Genéticos se realiza un determinado número de iteraciones determinadas por el usuario al momento de la ejecución del módulo, lo cual permite que el resultado obtenido en cuanto a horarios sea mejor en cada generación.
- Los Algoritmos Genéticos permiten tomar de cada generación lo resultados más óptimos convirtiéndolos en una nueva población para otra generación si así se lo desea obteniendo de esta manera horarios más adecuados.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el Administrador de Redes realice backups de la base de datos siendo lo más adecuado cada trimestre debido a que no se realizan muchas modificaciones en la Información de Distributivos y Horarios.
- La capacitación para el manejo del módulo es esencial, para saber la importancia de cada sección e incluso la manera de ingreso de los datos además del funcionamiento adecuado del módulo y los procesos que realiza cada sección.
- Se debe configurar los navegadores en los cuales se pueda ejecutar el Modulo ya que utiliza código JQuery, Ajax, JavaScript y estos son necesarios para control de elementos y diseño de interfaz. De esta manera permitiendo el buen funcionamiento del módulo.
- Se recomienda profundizar un poco más en cuanto a algoritmos genéticos, ya que son adaptables a varios posibles soluciones en diferentes problemáticas; haciendo que sea mucho más eficientes sus resultados y con mejoras constantes.
- Es necesario que en el proceso de codificación de Algoritmos Genéticos se pueda definir bien el tamaño de la población así como la función de aptitud para que los resultados obtenidos sean los más óptimos.
- El modulo se lo puede ir desarrollando en proyectos futuros, además de que pueden ser aplicables para cada facultad de la universidad.

REFERENCIA

- [1] P. L. y. M. C. P. José H. Canós, "Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software," Universidad Politécnica de

Valencia, Valencia, 2004, [Online]. Disponible en:
<http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>

[2] M. K. y. S. S. Mary Beth Chrissis, «Guía para la integración de procesos y la mejora de productos DE CUENCA,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2009.

[3] D. P. P. Cruz, INTELIGENCIA ARTIFICIAL CON APLICACIONES A LA INGENIERÍA, México D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2010, pp.13

[4] Holland, John H. "Adaptation in Natural and Artificial Systems", University of Michigan Press, 1975, pp. 211 .

[5] J. C .Ponce, A. Torres, F. S. Quezada, A. Silva, E. U. Martínez, A. Casali, Y. J Túpac, M. D. Torres, F. J. Ornelas, J. A. Hernández, C. Zavala, N. Vakhnia y O. Pedreño, "Inteligencia Artificial," 1a ed., vol. 1, Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn), Marzo 2014, pp. 117-118.

[6] A. Marczyk, (2004, Abril 23), "Genetic Algorithms and Evolutionary Computation, The TalkOrigins Archive Exploring the Creation/Evolution Controversy, [Online]. Disponible en:
<http://www.talkorigins.org/faqs/genalg/genalg.html>

[7] R. Lahoz, "Bioinformatica: simulación, vida artificial e inteligencia artificial," 1a ed., vol. 1, Ediciones Diaz de Santos,S.A, 2014, pp. 258.

[8] Larico, P. S. (2008). Algoritmos Genéticos. Revista de Información, Tecnología y Sociedad, [Online]. Disponible en:
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40442008000200007&script=sci_arttext