

**MÓDULO BÁSICO PARA EL APRENDIZAJE DE ALGORITMOS
GENÉTICOS COMO MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN**

JAIRO ANTONIO AGUINDA RINCON
JAIR MONSALVE SUAREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
INGENIERIA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2007

MÓDULO BÁSICO PARA EL APRENDIZAJE DE ALGORITMOS GENÉTICOS COMO MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN

JAIRO ANTONIO AGUINDA RINCON
JAIR MONSALVE SUAREZ

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas

Director
HECTOR NIÑO QUIÑONEZ
Ingeniero de Sistemas UIS
Magíster en Informática, Automática y Mecánica
Aplicada a la robótica

Codirector
RAFAEL NEFTALI LIZCANO REYES
Ingeniero de sistemas
Magíster en Informática

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA
INGENIERIA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2007

DEDICATORIA

A Madre Ana Miriam Rincón de Aguinda Por su dedicación, compañía y todo el cariño que me ha brindado.

A Dios guía y fortaleza de mi vida.

A mi padre Maximo Aguinda Proaño, por su apoyo incondicional, su comprensión y cariño.

A mis hermanos Flor Esnelida y Max Giovanni por su indudable cariño, por ánimo y apoyo.

A mi tío Jenaro Rincón Torres por su cariño y apoyo en muchos momentos.

A mis compañeros y Amigos que siempre estuvieron conmigo compartiendo cada uno de los buenos y malos momentos de mi vida, por su apoyo, comprensión, compañía, e inmenso cariño.

A mis compañeros de apartamento y grandes amigos, Eliza, Ariel, Eduardo, Leydi, Horleny, Leandro, y Yuri por que con ellos compartí muchos buenos momentos.

Jairo Antonio

DEDICATORIA

A Dios guía y fortaleza en todos los días de
mi vida.

A mis padres Pedro Monsalve Calderón y
Emilce Suárez Vertel, por creer en mí y por
todo el apoyo que me han brindado.

A mi hijo por ser el tesoro más hermoso de
mi vida.

Jair Monsalve

AGRADECIMENTOS

Los autores de este proyecto ofrecen sus más sinceros agradecimientos a:

El profesor Héctor Niño, brindarnos la oportunidad de realizar este proyecto, por todo el apoyo y guía brindado a lo largo de este proyecto.

El profesor Rafael Lizcano, por su apoyo, aportes y críticas constructivas que sirvieron para mejorar la creación de este proyecto.

A Jeyson Arenas, Pablo Basto, Julian Ballesteros, Jorge Chimá Garcia, Zulma, Donna, Samuel, Tatiana, Eduardo Gonzales y a todas las personas que participaron en las pruebas de este modulo, por sus aportes y gran apoyo en la construcción de este proyecto.

A Amparo Suárez, a la familia Lozano Monsalve, a Yanet Pérez, y a todos los que de una u otra forma participaron y apoyaron a la culminación de este proyecto.

A nuestros amigos Sandrita Rodriguez, Paolita Bastilla, Maritza Rodríguez, Leydi Jimenez, Carito y Oscar Plazas, Jose Luis Hernandez, Jesus Jaimes, Leandro Galvan, Ariel Florez, Ana Mileydis, Liseth Jimenez, luis alfredo Restrepo, y a todos demás amigos que estuvieron acompañandonos a lo largo de la carrera.

A las familias Bastilla Amado, Rodríguez Gómez, Rodríguez Sánchez, Plazas Caballero que colaboraron en la realización de este trabajo.

RESUMEN

TÍTULO: MÓDULO BÁSICO PARA EL APRENDIZAJE DE ALGORITMOS GENÉTICOS COMO MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN*

AUTORES: JAIRO ANTONIO AGUINDA RINCÓN
JAIR MONSALVE SUAREZ**

PALABRAS CLAVES: Inteligencia Artificial, Algoritmos Genéticos, E-Learning, Sistema de Gestión de Aprendizaje (SGA), Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA).

DESCRIPCIÓN:

Este documento detalla el análisis, diseño, desarrollo e implementación para la construcción del módulo de algoritmos genéticos utilizado en la asignatura electiva de Inteligencia Artificial del plan de estudio de Ingeniería de Sistemas. Dicho módulo se diseñó como complemento a las clases presenciales de la asignatura y como soporte de autoaprendizaje para personas interesadas en este tema.

El módulo básico consta principalmente de Actividades de Aprendizaje, Aplicaciones, Tutoriales y Manuales. Las Actividades de Aprendizaje son herramientas que permiten: interactuar al estudiante con el módulo de forma que pueda intercambiar dudas, ideas e información; evaluarse, desarrollar tareas y crear sus propias definiciones de conceptos básicos de algoritmos genéticos. Las Aplicaciones son ejemplos desarrollados como componentes de software para mostrar paso a paso el comportamiento de un algoritmo genético y se encuentran alojados en algunos tutoriales. Los Tutoriales muestran el contenido de los principales temas que vienen ilustrados con gráficos animados y gráficos planos encapsulados con el estándar SCORM. Los Manuales pretenden guiar al usuario sobre el manejo de la plataforma y el módulo construido.

* Investigación

** Facultad de Ingenierías Físico mecánicas, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Director: Héctor Niño Quiñónez, Codirector: Rafael Neftalí Lizcano Reyes.

SUMMARY

TITLE: BASIC MODULE FOR THE LEARNING OF GENETIC ALGORITHMS AS METHOD OF OPTIMIZATION*

AUTHORS: JAIRO ANTONIO AGUINDA RINCÓN
JAIR MONSALVE SUAREZ**

KEY WORDS: Artificial intelligence, Genetic Algorithms, E-Learning, System of Administration of Learning (SAL), Ambient Virtual of Learning (SVL).

DESCRIPTION:

This document details the analysis, design, development and implementation for the construction of the module of genetic algorithms used in the elective subject of Artificial intelligence of the curriculum of Engineering of Systems. This module design as complement to the classes is present at to them of the subject and like support of auto-learning for people interested in this subject.

The basic module consists mainly of Activities of Learning, Manual Applications, Tutorials and. The Activities of Learning are tools that allow: to interact to the student with the module so that it can interchange doubts, ideas and information; to evaluate themselves, to develop tasks and of creating its own definitions of basic concepts of genetic algorithms. The Applications are developed examples as component of software step by step to show the behavior of a genetic algorithm and they are lodged in some tutorials. The Tutorials show the content of the main subjects that come informed with animated graphics and graphical planes encapsulations with standard SCORM. The Manuals try to guide the user on the handling of the platform and the constructed module.

* Investigation

** Faculty of Engineering's Physique mechanics, School of Engineering of Systems and Computer science. Director: Héctor Niño Quiñónez, Codirector: Rafael Neftalí Lizcano Reyes.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	15
1. DESCRIPCION DEL PROYECTO	17
1.1 TITULO DEL PROYECTO	17
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo General	17
1.2.2 Objetivos Especificos	17
1.3 JUSTIFICACION	18
1.3.1 Impactos Esperados	18
1.3.2 Viabilidad	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 LA EDUCACIÓN VIRTUAL	20
2.1.1 Educación Virtual E Informática Educativa	20
2.1.2 Educación Virtual En Colombia	22
2.2 LAS TICS COMO APOYO AL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA UIS	24
2.3 CONCEPTOS FUNDAMENTALES PARA LA CONSTRUCCION DE UN AVA	26
2.3.1 El Aprendizaje	26
2.3.2 El Aprendizaje y Las Tecnologías	27
2.3.3 Mediación Pedagógica y Tecnología Disponible	31
2.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (SGA)	32
2.4.1 ATutor	32
2.4.2 Claroline	33
2.4.3 Dokeos	34
2.4.4 Moodle	34
2.4.5 Selección de un SGA	37
2.5 OBJETOS DE APRENDIZAJE (OA)	37
2.5.1 Scorm	38
2.5.2 Reload editor	40
3. CONTENIDO TEMÁTICO DEL MÓDULO	41
3.1 INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS GENÉTICOS	41
3.1.1 Reseña Histórica	41
3.1.2 Documento Histórico	44
3.1.3 Aspectos Importantes	46
3.2 OPERADORES GENÉTICOS	48
3.2.1 Selección	49
3.2.2 Entrecruzamiento	50
3.2.3 Mutación	51
3.3 IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO GENÉTICO	52
3.3.1 Problema de decisiones para una Empresa Petrolera	55
3.4 EJEMPLO DE OPTIMIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN 3D	59
3.4.1 Implementación del algoritmo genético	60

3.4.2	Datos de Entrada	60
3.4.3	Procesos de selección, entrecruzamiento y mutación	62
3.5	EJEMPLO PARA AJUSTE A LA FUNCIÓN $AX + B$	65
3.5.1	Definición del problema	65
3.5.2	Aplicación del Algoritmo Genético	65
3.5.3	Entradas	65
3.5.4	Proceso de selección, entrecruzamiento y mutación	66
3.6	AGENTE VIAJANTE	67
3.6.1	Definición del Problema	68
3.6.2	Implementación del algoritmo genético	68
3.6.3	Entradas	68
3.6.4	Selección	69
3.6.5	Entrecruzamiento	69
3.6.6	Mutación	72
3.6.7	Implementación Computacional del Entrecruzamiento	73
4.	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DISEÑO	75
4.1	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	76
4.1.1	Recopilación y Análisis Bibliográfico	76
4.1.2	Requerimientos de la Interfaz	76
4.1.3	Requerimientos de la herramienta	77
4.2	DISEÑO Y DESARROLLO	77
4.2.1	Bienvenida e introducción al Tema	78
4.2.2	Desarrollo de las Unidades Didácticas	79
4.2.3	Evaluación de la herramienta	80
4.3	INTERACCION ENTRE EL ESTUDIANTE Y EL AMBIENTE	81
4.3.1	El Estudiante	81
4.3.2	El Profesor	82
4.4	DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS COMPLEMENTOS DIDÁCTICOS.	84
4.4.1	Tutoriales	84
4.5	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	85
5.	DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN	87
5.1	ILUSTRACIONES TEMÁTICAS	87
5.2	EJEMPLOS APLICATIVOS	88
5.2.1	Aplicación para la Optimización de una Función en el Espacio Tridimensional.	88
5.2.2	Aplicación para la Solución de un Problema de Regresión Lineal *	89
5.2.3	Problema del Agente Viajante	91
5.3	TUTORIALES	93
5.3.1	Tutoriales Temáticos	93
5.3.2	Tutoriales Aplicativos	97
5.3.3	Estructura Del Módulo Básico Para El Aprendizaje De Algoritmos Genéticos Como Método De Optimización	100
5.4	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CORRESPONDIENTE AL SISTEMA	105
5.4.1	Participantes	105
5.4.2	Registro	106
5.4.3	comentarios	106
5.4.4	encuestas	107
5.4.5	Pruebas Propias De Los Autores	108
6.	CONCLUSIONES	109

7. RECOMENDACIONES	111
8. BIBLIOGRAFÍA	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Las tic como apoyo a los procesos educativos	28
Figura 2. Relación entre las tecnologías y la pedagogía	29
Figura 3. Diagrama de flujo para una implementación generalizada de un algoritmo genético.	53
Figura 4. Cromosoma representativo del problema	56
Figura 5. Individuos seleccionados con su respectivo fitness	58
Figura 6. Grafica proporcionada por matlab 6.1 de la función a optimizar	59
Figura 7. Grafica representativa en el intervalo a evaluar	60
Figura 8. Rutas posibles	70
Figura 9. Individuos a cruzar	70
Figura 10. Rutas comunes	70
Figura 11. Primera arista no común insertada	71
Figura 12. Segunda arista no común insertada	71
Figura 13. Arista errónea insertada	71
Figura 14. Proceso de creación del nuevo individuo terminado	72
Figura 15. Mutación de un individuo	72
Figura 16. Matriz representativa del individuo 1	73
Figura 17. Matriz representativa individuo 2	73
Figura 18. Matriz de aristas comunes para el nuevo individuo	74
Figura 19. Caso de uso del estudiante	81
Figura 20. Caso de uso del profesor	82
Figura 21. Imagen plana de un proceso ag	87
Figura 22. Imagen animada de la mutación en el problema del agente viajante	88
Figura 23. Interfaz de la aplicación minimización de una función	89
Figura 24. Interfaz de la aplicación regresión lineal	90
Figura 25. Interfaz de la aplicación 2 de regresión lineal	90
Figura 26. Interfaz primera aplicación de agente viajante	91
Figura 27. Interfaz segunda aplicación agente viajante	92
Figura 28. Interfaz tercera aplicación agente viajante	93
Figura 29. Estructura del tutorial introducción a los algoritmos genéticos	94
Figura 30. Presentación de la reseña histórica	95
Figura 31. Estructura del tutorial operadores genéticos	95
Figura 32. Presentación del operador selección	96
Figura 33. Estructura del tutorial implementación y aplicación	

<i>en el análisis de decisiones</i>	96
<i>Figura 34. Presentación de la introducción y aplicación del problema petrolero</i>	97
<i>Figura 35. Estructura del tutorial regresión lineal</i>	98
<i>Figura 36. Presentación de la introducción y definición para el problema de optimización</i>	99
<i>Figura 37. Presentación definición de variables de problema de minimización</i>	99
<i>Figura 38. Presentación de la selección y entrecruzamiento de agente viajante</i>	100
<i>Figura 39. Presentación del ambiente virtual</i>	101
<i>Figura 40. Presentación de la primera unidad</i>	101
<i>Figura 41. Presentación de la segunda unidad</i>	102
<i>Figura 42. Presentación unidad tres</i>	103
<i>Figura 43. Presentación unidad cuatro</i>	104
<i>Figura 44. Presentación unidad quinta</i>	105
<i>Figura 45. Participantes de las pruebas</i>	106
<i>Figura 46. Comentario de un participante</i>	106

INTRODUCCION

Desde la invención de la escritura, los seres humanos con vocación educadora han utilizado todas las herramientas tecnológicas a su alcance para enriquecer el proceso educativo y propagar eficazmente el conocimiento. Cuando surgió la revolucionaria innovación de la imprenta, se estableció rápidamente el primer sistema de “educación virtual”: el libro. Esta eficaz herramienta tecnológica introdujo un nuevo concepto dentro de la educación al permitir que el discípulo recibiera todo el conocimiento del maestro aunque ambos estuvieran a miles de kilómetros en el espacio o a cientos de años en el tiempo. La imprenta fue el invento revolucionario del milenio pasado y el que ahora lleva la delantera en cuanto a impacto y perturbación en el mundo entero es el Internet.

La Informática, la Telemática, la Cibernética y las ciencias y técnicas de la comunicación, han abierto perspectivas que ofrecen al sector educativo valiosísimos recursos y servicios para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje es así que la necesidad de mejoramiento de la Educación en términos de calidad, equidad y cobertura con relación al uso de TIC's, ha propiciado a nivel mundial la adopción de estándares y modelos específicos en el marco de una cultura de competitividad y globalización de una sociedad cada vez mas basada en información y conocimiento. La educación virtual, la universidad electrónica y virtual, la gestión del conocimiento, etc., son las tendencias que se imponen en la actualidad dentro de la tecnología del conocimiento, y para una exitosa implantación de los conceptos y herramientas de la misma todos los usuarios (profesores, estudiantes, directivos) deben reconocer y comprender el inmenso cambio cultural que se está presentando en el proceso educativo, aprender a convivir con él y capacitarse para aprovechar al máximo sus ventajas. De acuerdo a esto el objetivo del presente proyecto es aprovechar las nuevas tecnologías de la comunicación e información para aplicarlas a la clase de Inteligencia artificial como complemento de este curso presencial.

El tema principal de este proyecto son los algoritmos genéticos de la asignatura de inteligencia artificial, y su estructura fundamental o composición son: tutoriales aplicativos, tutoriales temáticos y la utilización de algunas actividades que el sistema de gestión de aprendizaje MOODLE ofrece para garantizar la construcción de conocimiento de manera cooperativa y colaborativa haciendo uso provechoso de las TICs. En los tutoriales temáticos se adaptan todos los contenidos referentes al tema de algoritmos genéticos comenzando desde su historia y fundadores hasta las aplicaciones que estos algoritmos tienen hoy en día. En los tutoriales aplicativos se encuentran ejemplos desarrollados paso a paso para una mejor comprensión del estudiante. Por ultimo, se implementan actividades propias de Moodle como son foros, Chat, recursos etc., que permiten tanto la comunicación como el envío de información entre profesor y estudiantes.

Este proyecto fue desarrollado aplicando fundamentos propios de ingeniería que reúnen todas las características de calidad de contenidos como: portabilidad, escalabilidad, reusabilidad entre otras, para el apoyo del proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura técnica profesional de inteligencia artificial.

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 TITULO DEL PROYECTO

Modulo Básico para el aprendizaje de algoritmos genéticos como método de optimización

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un software para el aprendizaje progresivo de algoritmos genéticos ilustrado con ejemplos aplicativos, que sirvan de apoyo a estudiantes de ciencias e ingeniería en el proceso de adquirir nuevas metodologías que afiancen su formación profesional y le permita su aplicación a lo largo de la carrera y en su ejercicio profesional.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y redactar una documentación debidamente estructurada; fundamentada en la investigación previa de la evolución, estructura, comportamiento y aplicación de los algoritmos genéticos; que permita aumentar la comprensión y el interés del estudiante hacia el tema.
- Diseñar, desarrollar e implantar un modulo para el aprendizaje de algoritmos genéticos en la plataforma de ambiente virtual MOODLE, que permita:
 - Implementar una metodología de aprendizaje progresivo para el estudio adecuado del tema.
 - Utilizar las opciones que esta herramienta ofrece, para el desarrollo de actividades de comunicación sincrónica y asincrónica, publicación de actividades y talleres de acuerdo a un calendario académico y llevar el registro de los estudiantes que ingresen al curso.
 - Enlazar ejemplos aplicativos de algoritmos genéticos, desarrollados como componentes de software que fortalezcan la utilización del módulo y ayuden a los estudiantes para la comprensión del tema.
 - Diseñar e implementar un test tipo ECAES que permita evaluar el conocimiento adquirido por el estudiante.
- Desarrollar los ejemplos aplicativos de forma tal que permitan una interacción con el estudiante y muestren paso a paso el comportamiento de

un algoritmo genético.

- Evaluar el Módulo con un grupo piloto de la Universidad Industrial de Santander del curso de Inteligencia Artificial, para la realización de pruebas funcionales y de receptividad por parte de los usuarios finales.

1.3 JUSTIFICACION

Este proyecto pretende contribuir con la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática presentando un material de apoyo para los procesos de enseñanza aprendizaje en el campo de la inteligencia artificial que ayude al estudiante, tanto de la escuela como de otros programas de la universidad, en el estudio y aprendizaje de manera autónoma de algunos temas, en este caso el de algoritmos genéticos como métodos de optimización.

Los algoritmos genéticos han cobrado importancia en los últimos años gracias a su gran utilidad en la solución automática en procesos de optimización para temas o áreas como el diseño mecánico, redes de intercambio de calor, cromosomas variables y búsquedas de Gauss, trayectoria de robots móviles, entre otros. Lo que deja ver claramente la importancia de estos en las diferentes áreas de la ciencia e ingeniería y por ende la importancia de su aprendizaje para el ingeniero.

Con la evolución de la tecnología en informática el desarrollo de nuevas aplicaciones apoyadas en Internet se han incrementado. Una de estas aplicaciones son los entornos de aprendizaje electrónico que implementados mediante AVA ofrecen las siguientes propiedades: facilidad de uso y flexibilidad en el acceso, soluciones a los problemas habituales de los estudiantes como son los horarios de estudio, la no presencialidad y otras que propiedades que hacen de los AVA una herramienta eficaz para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Lo que se pretende con la implementación de la plataforma MOODLE es aprovechar todo el potencial que esta herramienta provee permitiéndole al tutor llegar de una manera didáctica al estudiante de tal forma que éste emprenda autónomamente la búsqueda de conocimiento en el campo de los algoritmos genéticos.

La herramienta permite implementar Chat, foros y consultas que contribuyan al estudiante a intercambiar ideas con otras personas que también estén interesadas en el tema y que por ser una aplicación basada en Internet se puede ofrecer una buena diversidad de ideas.

1.3.1 IMPACTOS ESPERADOS

Se espera que el estudiante al visitar y hacer uso de la herramienta se lleve una idea clara de lo que son algoritmos genéticos. También que sea de gran utilidad y ayuda para el desarrollo de este tema en la clase de inteligencia artificial. Además,

se espera que este sirva mas adelante como base para la implementación de nuevos módulos en esta asignatura.

Los estudiantes o visitantes podrán encontrar esta información en cualquier momento y en cualquier lugar en donde encuentre un acceso a Internet. Por otro lado, este proyecto dará una herramienta al estudiante, que le permitan encontrar un método alterno y eficiente para la realización de procesos de optimización.

Con la implementación de esta herramienta se pretende encontrar una forma diferente de difundir este tema, de tal forma que sea más constructiva y significativa para el estudiante. La herramienta le ofrecerá una serie de ejemplos prácticos y suficientemente documentados.

1.3.2 VIABILIDAD

Gracias a la existencia de algunos recursos tecnológicos que posee la escuela es posible la adecuación e implantación de este modulo.

En cuanto al material bibliográfico, sobre el tema de algoritmos genéticos, se puede hacer una buena redacción que permita desarrollar tanto el contenido del curso como el diseño de los Test. Por otro lado, se cuenta tanto con el curso virtual gratuito que ofrece el SENA sobre la plataforma MOODLE, como también la experiencia que tiene el profesor Rafael Lizcano en el montaje de Ambientes Virtuales de Aprendizaje.

Otra viabilidad del proyecto es que la plataforma de MOODLE es libre, y el proyecto podrá ser evaluado con la colaboración del director en la clase de inteligencia artificial.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 LA EDUCACIÓN VIRTUAL

Con la mediación de la tecnología es posible crear nuevos escenarios que permiten crear condiciones para que un individuo se apropie de nuevos conocimientos, de nuevas experiencias, de nuevos elementos que le generen procesos de análisis, reflexión y apropiación. Permitiendo una socialización diferente, ofreciendo posibilidades de interacción con estudiantes que estén geográficamente distantes, facilitando de esta forma el intercambio de experiencias, expectativas, actitudes y valores con individuos de otras culturas y contextos.

La incorporación de la tecnología a la enseñanza afecta más a la forma como se enseña (nuevas estrategias), que a la función de la enseñanza. Se pueden utilizar las TIC para transmitir información, para discutir un tema en una conferencia o foro, también para el aprendizaje a partir de la construcción de proyectos, resolución de problemas; la novedad estriba en que se pueden realizar todas estas actividades en un ambiente de aprendizaje que se denomina virtual. El concepto de lo virtual en la educación, no hace referencia a algo ficticio o a una educación simulada, muy al contrario de todo esto la Educación Virtual es una estrategia educativa que permite una alta interacción entre los actores del proceso educativo, interacción posible en ausencia de un espacio y tiempo común entre los participantes.

2.1.1 EDUCACIÓN VIRTUAL E INFORMÁTICA EDUCATIVA

La educación virtual es una experiencia reciente, pero que ha tenido una expansión vertiginosa en el mundo entero. Como ha sucedido en otros campos, la aplicación de las tecnologías digitales a la educación se ha desarrollado desde dos vertientes estratégicas: **la comunicación y la informática.**

La primer vertiente estratégica, la más conocida y extendida, consiste en aplicar las nuevas tecnologías a cursos y programas de formación y capacitación para estudiantes remotos o a distancia. En esta vertiente, del conjunto de tecnologías de información y comunicación – NTICs (también denominadas telemática por la conjunción de los términos telecomunicaciones e informática), se privilegian las tecnologías de comunicación, que son utilizadas como nuevos medios de entrega de contenidos, como mecanismos para facilitar y ampliar la cobertura, preferentemente a estudiantes remotos.

La gama de las tecnologías de comunicación es amplia y creciente, aunque

básicamente existen cuatro consideradas mayores: la videoconferencia; la transmisión satelital; los discos compactos (CDs y DVDs); y los diversos tipos de Internet. Si bien comúnmente los términos para designarla no son los apropiados, a estas aplicaciones se las denomina genéricamente como la educación virtual o aprendizajes electrónicos (e-learning). Con todo, estos términos comprenden también válidamente a los desarrollos de otras vertientes.

Dentro de esta vertiente de desarrollo se puede hablar de su evolución en niveles:

I. Educación a distancia “tradicional”: medios impresos y/o audiovisuales convencionales y sistema postal de entrega; currículo lineales, instruccionalismo.

II. Reemplazo del sistema de transporte postal por materiales transferidos electrónicamente. Su funcionamiento es simple: cursos en CDs o cursos almacenados en bases de datos conectadas a un servidor instruccional (SI), conectado a Internet como medio para enviarlos a los estudiantes y una interacción asincrónica por medio del e-mail o correo electrónico. Facilidad de entrega.

III. Incorporación de componentes de audio y video y comunicación virtual de una vía. Además de la base de datos y el servidor instruccional (SI), se requiere una base de datos multimedial unida a un servidor multimedial (SM), conectados a Internet). Flexibilidad en medios, mas no en el currículo.

IV. Adición de componentes dinámicos de interacción. Para ello, además de las configuraciones anteriores se agregan equipos de edición y digitalización de audio y video, equipos de compresión/descompresión y transmisión de datos, nuevos equipos de almacenamiento, software para navegación, programas de Chat y boletines, horarios para sesiones de conferencias en vivo con interacción asincrónica y sincrónica de dos vías y, lo que es más importante, redes de comunicación con un ancho de banda mayor. Mayor flexibilidad, interacción y con la “indagación” posibilidad de currículo “auto-dirigidos”.

V. Currículo multiruta, no sólo se basan en más modernas formas de entrega sino en materiales mucho mejor preparados, hipertextuales e hipermediales, transformados en lo que se denomina objetos de aprendizaje (learning objects) y componentes interactivos que se adecuan a las necesidades específicas de los estudiantes y, como tal, pueden ser re-construídos, reorientados y re-usados por medio de diversas plataformas que permiten la interoperabilidad. Igualmente incorporan Test o evaluaciones autoformativas, denominados tutores electrónicos (read electronic tutors) y otros desarrollos. Inicio de aprendizaje por indagación/investigación. Por supuesto, en cada institución y país los avances en esta primera vertiente estratégica son diferentes.

La segunda vertiente estratégica aplica las NTCIs a la investigación y desarrollo de virtualidad en aspectos como la administración y servicios académicos y, por supuesto también, la docencia (presencial y remota). Aunque en algunas de ellas

se experimenta igualmente con programas a distancia/virtuales, como los desarrollos se han dado generalmente en las facultades de ingeniería de sistemas o en instituciones donde no existía (ni existe aún) mayor interés por la modalidad a distancia, las aplicaciones virtuales se dan, por lo menos en buena parte de los casos, dentro de una reafirmación de la vocación presencial, es decir, como mecanismos de apoyo de los procesos de aprendizaje presenciales y como formas de agregar valor o de facilitar la interacción entre alumnos y docentes, en el aula de clase.

En esta segunda vertiente se adelantan programas de adopción, adecuación o desarrollo de software como mecanismos de apoyo para el mejoramiento de la calidad tanto de las metodologías y prácticas docentes, de los diferentes servicios educativos así como de la organización y administración de las propias instituciones educativas. Si bien el término aparece como algo simplista, a estas aplicaciones se las ha denominado comúnmente como **informática educativa**. Los avances en esta vertiente son igualmente diferenciales y abarcan campos que van desde el desarrollo de software educativo y plataformas virtuales, desarrollo de micro-mundos virtuales, hasta inteligencia artificial, tanto para educación presencial como a distancia. Esta doble perspectiva de la virtualidad es, por lo demás, la expresión de las dos grandes aspiraciones y estrategias del sector educativo: ampliación de cobertura y mejoramiento de la calidad. Entre estos dos polos de desarrollo de la educación virtual se da un amplio espectro de realizaciones.

Teniendo en cuenta que se trata de un campo en acelerado proceso de transformación, bajo el concepto genérico de educación virtual se designa como el ofrecimiento de los diferentes procesos y servicios educativos por medio de la aplicación de tecnologías informáticas y de telecomunicación que utilizan el lenguaje digital para representarlos, simulando y recreando la realidad sin someterse a las limitaciones espacio-temporales, propias de los ambientes físicos.

2.1.2 EDUCACIÓN VIRTUAL EN COLOMBIA

Si bien Colombia es uno de los países con mayor tradición en educación a distancia, el ingreso a la virtualidad no ha sido fácil, debido a las condiciones, generales y específicas, a partir de las cuales ésta se inicia y evoluciona.

Los inicios de la educación a virtual en Colombia se remontan a 1992, cuando el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey en convenio con la Universidad Autónoma de Bucaramanga y, posteriormente (1995/96) con las universidades que conforman la Red José Celestino Mutis¹, ofrecían programas

¹ La Red Mutis esta conformada por la Universidad Autónoma de Bucaramanga, la Universidad Autónoma de Manizales, la Corporación Universitaria del Tolima, la Universidad Minuto de Dios, la Universidad Tecnológica de Bolívar y la Corporación

académicos a distancia (maestrías), mediante clases satelitales producidas en México. Igualmente se dieron cursos producidos desde el Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa –ILCE, desde la Universidad de Nova (1996), desde algunas universidades españolas (Universidad de Salamanca, UNED y al universidad Oberta de Cataluña), o desde la Universidad de Calgary (Canadá), algunos de los cuales continúan hasta el presente.

Con todo, y puesto que el papel de las instituciones colombianas en tales convenios era fundamentalmente el de ser receptoras de los contenidos y los desarrollos nacionales eran escasos, en sentido estricto éstos deben ser considerados sólo como antecedentes inmediatos de la educación a virtual en el país.

Todo parece indicar que 1998 podría considerarse como el año de inicio de la virtualidad en Colombia, en ese año suceden diversos acontecimientos que parecen marcar un hito. De una parte dos instituciones comienzan a ofrecer programas de pre-grado soportados en tecnologías virtuales: un programa en la Universidad Militar Nueva Granada (institución oficial) que hace desarrollos nacionales tanto en contenido como en tecnología y tres en la Fundación Universitaria Católica del Norte (institución privada), creada específicamente como una universidad totalmente virtual, la primera de su género en el país.

De otro parte, en diversas instituciones, entre ellas la Universidad Nacional², se propone e inicia el desarrollo de cursos en línea, en los cuales se hace gran énfasis en el contenido y en la perspectiva de, de lo público, de cuidar el desarrollo de los contenidos, monitorear y evaluar los resultados, y no sólo en la tecnología.

Simultáneamente en ese año, la Universidad de los Andes inicia el proyecto piloto denominado SICUA (Sistema Interactivo de Cursos Universidad de los Andes), que es una herramienta que se crea en 1998, como un proyecto piloto del Departamento de Ingeniería de Sistemas con fondos Internacional Development Research Centre – IDRC de Canadá, para servir como espacio virtual donde docentes y estudiantes compartieran información, accedieran a la programación y al contenido de los cursos, proveyera mecanismos alternos de comunicación a los tradicionales del aula de clase, permitiera la gestión académica de los docentes y facilita la interacción vía Web. El proyecto se desarrolló dentro de la estrategia expresa de poner las nuevas tecnologías al servicio de los procesos administrativos y de aprendizaje y dentro de la reafirmación de la vocación presencial de la universidad.

² Se menciona de forma explícita la Universidad Nacional, por ser ésta el *alma mater* de las universidades y por haber liderado anteriormente, hasta cierto punto, la resistencia al ofrecimiento de programas de distancia, por razones de calidad. Por consiguiente su entrada a la virtualidad y sus énfasis en el desarrollo de contenidos y en lo público representan un cambio sustantivo en el estado de cosas anterior.

A partir de 1998 se inicia así mismo un desarrollo progresivo, aunque desigual, de programas académicos.

De acuerdo con los datos indicativos de la Encuesta sobre Educación Superior Virtual en Colombia, desde 1998 existe un crecimiento en tres niveles: educación continua, especializaciones y programas de pregrado. El crecimiento más sostenido es en educación continua. A partir del 2001 se aprecia un incremento importante en el nivel de educación de pregrado y en educación continua. En ese año se duplica el número de programas del año anterior. La evolución de los programas virtuales en el nivel de especialización ha sido más lenta, seguramente por las mayores exigencias académicas, aunque se aprecia un salto importante en el del 2002. Debe destacarse que en la encuesta realizada no se reportaron programas nacionales en los niveles de maestría y doctorado.

2.2 LAS TICS COMO APOYO AL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA UIS

Las Tics han incursionado en la mayoría de asignaturas pertenecientes a los distintos programas académicos ofrecidos por la U.I.S. de una manera rápida y aceptable. Pero, no de manera organizada y estructurada y por tanto no se ha aprovechado el beneficio que estas ofrecen. En el desarrollo de los cursos se utilizan las tecnologías que se creen necesarias para el desarrollo de contenidos o que facilitan el envío de información y la comunicación entre estudiantes y profesores. Es poco el desarrollo de cursos para el apoyo de las clases presenciales y se ha dejado esta tarea a los profesores que en su mayoría de veces no disponen de tiempo suficiente para la elaboración, ejecución y montaje de los mismos. La comunidad universitaria se ha ido concientizando de los beneficios que ofrecen los AVA a la educación presencial, y se ha dejado la elaboración de cursos, la mayor parte electivas técnicas profesionales, a grupos de investigación.

El uso de las Tics en el apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje estaba orientado a su funcionamiento como herramientas aisladas, como son: correo electrónico, Chat, motores de búsqueda entre otros, que los estudiantes y profesores venían adaptando a sus necesidades. Probablemente este uso no sea orientado o diseñado para la educación o el e-learning, por tal motivo se han desarrollado proyectos orientados al apoyo de la enseñanza presencial haciendo uso de las Tics, pero su implementación a sido muy poca por no contar con ambientes virtuales de los que ahora se pueden conseguir con cierta facilidad.

En la actualidad los proyectos de investigación en el campo educativo dentro de la UIS se están centrando en el aprovechamiento de las Tics y en especial de los AVA como complemento y apoyo a la educación presencial. Dos ejemplos son los siguientes:

Proyecto institucional “Soporte al proceso educativo UIS mediante las Tecnologías de la Información y Comunicación”. Proyecto generado por la vicerrectoría académica con el cual se llevo a cabo la Creación del “Centro Interdisciplinario de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación aplicadas al proceso educativo UIS–CENTIC” adscrito a la Vicerrectoría Académica. A continuación, algunas características de este proyecto:

Marco de desarrollo:

- Implementación de estándares y guías para garantizar la calidad
- Creación de oportunidades para aprendizaje flexible en educación superior incluyendo procedimientos para el reconocimiento de aprendizajes previos
- Rol del profesor como facilitador, diseñador de contenidos, analista crítico, guía de estudio
- Aprendizaje adaptativo y personalizado centrado en el estudiante

Política:

“Integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación en los programas educativos UIS, mediante la creación de la cultura el trabajo en red y el desarrollo permanente de investigación en temas relacionados; con el propósito de enriquecer el proceso educativo, diversificar las estrategias de enseñanza y aprendizaje e interactuar en la sociedad global del conocimiento ”

Lineamientos:

- Desarrollar programas de formación a la comunidad académica sobre el uso de la TICs
- Participar en desarrollos científico-tecnológicos con base en estándares para la generación de herramientas adaptativas e interoperables para la plataforma educativa institucional
- Favorecer el desarrollo de contenidos digitales propios ofreciendo el soporte pedagógico, de diseño gráfico e informático necesario para lograr: en el estudiante un grado de interactividad significativo, adaptarlos al contexto local en aspectos técnicos, lingüísticos, sociales y económicos, Suministrar información de forma clara, precisa y concisa, Añadir flexibilidad al proceso formativo entre otras.

Por otro lado al interior del Grupo de Investigación GEMA de la Escuela de Ingeniería de Sistemas, también se han venido desarrollando proyectos de grado referentes al tema de la educación virtual consecuentes con el uso de las Tics como apoyo al aprendizaje. Proyectos como: “Ambiente virtual de aprendizaje de soporte a la Educación Superior”³ que trata de la selección e implantación de un LMS, y proyectos de adaptación de contenidos y metodologías y creación de nuevas herramientas. Algunos son: “portafolios virtuales de evidencias” que trata

³ LIZCANO REYES, Rafael N. Ambiente virtual de aprendizaje de soporte a la educación superior – ESAVA. Bucaramanga 2006. Tesis de Postgrado. Maestría en Informática. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informáticas

de el mejoramiento en la manera de enseñar, dando herramientas tanto al tutor como al estudiante que permitan encaminar a este ultimo a lo que verdaderamente debe aprender como se debe aprender y en la aplicación de este conocimiento dejando evidencias de lo aprendido por medio de trabajos, ensayos investigaciones etc. donde se convertirán en evoluciones; “software de apoyo al diagnostico de estudiantes por estilo de aprendizaje” que trata de implementar un software que permita realizar un diagnostico de los estilos de aprendizaje de un curso de estudiantes y clasificarlos por grupos de trabajos dentro del sistema de gestión de aprendizaje Moodle.

Como se ha venido mencionando, el desarrollo de proyectos en el campo educativo debe ser cooperativo entre los entes participantes en la creación de las herramientas para los nuevos ambientes y una forma de conseguir este propósito es lograr que las herramientas de aprendizaje desarrolladas para cada asignatura (o plan de estudios) están disponibles en una base de datos o repositorio para su uso en cualquier asignatura o plan de estudios.

2.3 CONCEPTOS FUNDAMENTALES PARA LA CONSTRUCCION DE UN AVA

Un ambiente virtual de aprendizaje implica conceptos tecnológicos informáticos con un previo respaldo pedagógico de forma que proporcione al estudiante un respaldo académico del profesor sin la presencia de este, consiguiendo de esta forma un estudiante más protagonista y responsable de su propio proceso de desarrollo y aprendizaje, mientras el docente debe tener funciones de tutoría, edición y líder de trabajo en equipo, interesándose mucho mas por las nuevas posibilidades de usar herramientas informáticas para un mejor proceso de enseñanza y aprendizaje.

Las características de un ambiente virtual son muchas, entre las principales se tienen:

- La flexibilidad de tiempo que tiene el estudiante para visitar el curso.
- Desarrolla una cultura computacional al emplear una diversidad de medios y recursos.
- Fortalece los procesos de autocontrol personal y promueve la autonomía y disciplina de los participantes.
- Fomenta la conciencia de la comunidad profesional, en la que confluyen ideas, experiencias y prácticas entre unos y otros.
- Enriquece el aprendizaje con la convivencia electrónica de compañeros ubicados en espacios físicos diferentes.
- Presentan el material estructurado según las necesidades del estudiante virtual. Y deben especificar claramente los propósitos, objetivos y formas de evaluación, que permitan lograr el aprendizaje del estudiante con la calidad de los contenidos y la forma de presentación de los mismos.

2.3.1 EL APRENDIZAJE

Este es un concepto clave para la construcción de este tipo de proyectos, el aprendizaje es la sedimentación académica que realiza el estudiante al desarrollar las capacidades necesarias para lograr una acción, apropiándose de sus talentos, estableciendo una relación con su entorno de mayor fluidez de manera que le permita resolver problemas, confrontar situaciones determinando sus oportunidades, y analizar el proceso causa-efecto de las propias acciones.

Las teorías psicológicas conductistas y constructivistas son las que se deben tener presente para una mejor la concepción y estudio de la temática que rodea al aprendizaje. Y es desde este punto que se debe partir para poder orientar las actividades que se van a ofrecer a los estudiantes en un determinado contexto educativo y que implican acciones de cambio que pueden ser conceptuales, procedimentales o actitudinales. Para una mejor comprensión a continuación se expondrán de manera breve las principales formas de aprendizaje presentes en los estudiantes a la hora de introducirse en un determinado tema:

- **Aprendizaje Por Experiencias:** Como su nombre lo indica, este es el tipo de aprendizaje que se produce al enfrentar en forma directa y vivencial a la fuente del estímulo. Este tipo de aprendizaje se presenta en el sujeto a muy temprana edad al interactuar con el medio que lo rodea y puede afectar el desarrollo de habilidades del individuo de acuerdo a la intensidad, naturaleza, novedad y complejidad del estímulo.
- **Aprendizaje Mediado:** Este aprendizaje necesita de presencia de un mediador, que es quien ha recibido un conocimiento previo para servir como guía al estudiante y son por excelencia es la familia y la escuela los primeros en desarrollar este papel.
- **Aprendizaje Significativo⁴:** contrario al aprendizaje repetitivo y mecánico, esta teoría busca que el individuo comprenda el significado de lo aprendido, se busca que el individuo comprenda el significado de lo aprendido, adueñándose de los conocimientos e incorporándolos a su estructura mental personal al razonar, pensar y construir relaciones conceptuales.

2.3.2 EL APRENDIZAJE Y LAS TECNOLOGÍAS⁵

Las TIC como área de conocimiento que se ocupa del procesamiento automático de información, mediante la utilización de técnicas para el almacenamiento, la organización y transmisión de datos, información y conocimiento, han venido siendo utilizadas como herramientas de apoyo al aprendizaje, entre otras razones porque:

⁴ KAPLUN, Mario. *Los Materiales de autoaprendizaje*. Santiago de Chile: REDALF, 1995 p.29.

⁵ LIZCANO REYES, Rafael N. Op Cit. p. 28

- Aglutinan la Ciencia de los Materiales, la Electrónica, la Física, la Psicología, la Matemática, la Lingüística, la Filosofía y otros.
- Facilitan el aprendizaje activo.
- Existen múltiples herramientas para el acceso y la organización de la información y el conocimiento.
- Su uso es cada día más viable por la disminución permanente de los costos del hardware.
- Favorecen la conexión con grupos de personas a través de redes.
- Han invadido los diferentes campos de la actividad humana.
- Hay necesidad de trascender los medios educativos actuales para proporcionar ventajas competitivas a los estudiantes de forma que puedan aprovechar las oportunidades que les ofrecen la cultura y el mundo laboral.

El uso de las TIC como apoyo a los procesos educativos se ha planteado de tres formas diferentes⁶, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla:

Figura 1. Las TIC como apoyo a los procesos educativos⁷

LAS TIC COMO APOYO A LOS PROCESOS EDUCATIVOS	
Como objeto de estudio	Tiene que ver con estudiar los principios y teorías relacionadas con las TIC y el uso de sus herramientas, el computador y las redes. Aparecen aquí los cursos introductorios, la programación de computadores y las especializaciones.
Como herramienta de trabajo	Se refiere al uso de herramientas de propósito general y específico para apoyar el desarrollo de diversos procesos educativos. Puede señalarse el uso de procesadores de palabras, hojas electrónicas, procesadores matemáticos, paquetes estadísticos, servicios de redes y otros.
Como apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje	Dentro de este enfoque está el uso de los materiales educativos multimedia (MEM) y entornos virtuales, para ofrecer micromundos que planteen retos y situaciones significativas, de forma que apoyen verdaderos procesos de aprendizaje.

Las TIC como apoyo a los procesos de enseñanza y aprendizaje, son el conjunto de medios que posibilitan enseñar y aprender. Constituyen las ayudas utilizadas para procurar que los estudiantes construyan sus aprendizajes de una determinada forma. Ese aprendizaje debe ser significativo y orientado a la formación integral del individuo, teniendo en cuenta conocimientos previos, la

⁶ GALVIS PANQUEVA, Alvaro. Ingeniería de Software Educativo. Ediciones Uniandes. Santafé de Bogotá: 1992.

⁷ LIZCANO REYES, Rafael N. Op Cit. p. 29

aplicación práctica de lo aprendido, potenciando la capacidad de análisis, educando en valores, y en fin todo aquello que aporte en posibilitar que el alumno sea capaz de poder hacer procesos de auto-aprendizaje e insertarse en la sociedad.

La forma de lograr un aprendizaje efectivo a través de un proceso de enseñanza y de aprendizaje contextualizado en un lugar y momento específico, depende mucho de los recursos técnicos, tecnológicos, institucionales y personales de los actores del proceso. No todas las estrategias requieren de la misma tecnología ni de los mismos medios.

Las TIC no son buenas o malas por sí mismas, esta clasificación se da en función de la concepción de aprendizaje, de qué y cómo tengan que aprender los estudiantes. Las TIC deben permitir crear espacios suficientemente flexibles y potentes para favorecer de forma importante el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

El señor Casado Ortiz⁸, expone una clasificación de los distintos modelos de tecnologías y como estos se adaptan al ámbito educativo.

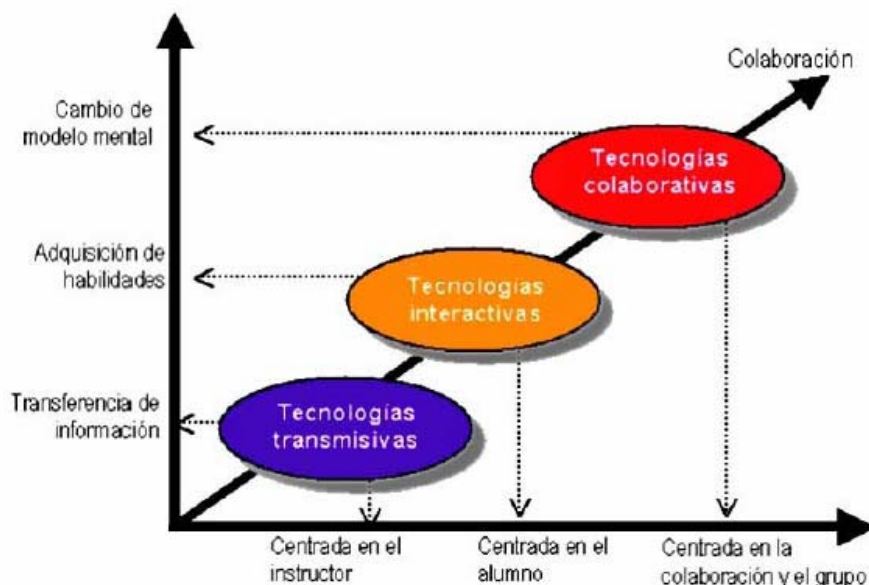


Figura 2. Relación entre las tecnologías y la pedagogía

Tecnologías Transmisivas⁹

Este tipo de tecnología tiene como fin principal ofrecer información a los usuarios

⁸ CASADO O., Rafael, "El aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la creación de redes de aprendizaje cooperativo: la experiencia de Telefónica de España", *Training & Development Digest*, Mayo 2001

⁹ LIZCANO REYES, Rafael N. Op Cit. p. 31.

en forma pasiva. Algunos ejemplos de esto son las presentaciones multimedia (Presentación de Flash, Microsoft PowerPoint, OpenOffice Impress).

Las TIC, en este grado de clasificación, son instrumentos pedagógicos centrados en el profesor, que logran estimular a los estudiantes un poco más que la llamada “clase magistral” por poner en juego más sentidos. El alumno sigue siendo un sujeto pasivo ya que toda la actividad está centrada en el emisor, quien de forma habitual es el profesor.

Tecnologías interactivas¹⁰

Son las tecnologías que se centran más en el alumno, quien puede tener determinado control de navegación sobre los contenidos. Cuanto menos lineales sean los contenidos y la propia navegación, mayor interactividad habrá.

Lo más importante en este tipo de tecnologías es definir la forma por la cual el aprendiz accede a la información que se le quiere transmitir, dando mayor relevancia a la interfaz entre el usuario y el sistema.

En esta taxonomía se sitúan los programas de enseñanza asistida por computador, los tutoriales, los micromundos educativos computarizados (MEC) y gran parte de los productos multimedia en CD-ROM. El computador actúa como un sistema que aporta la información (contenidos, ejercicios y simulaciones).

Incluso los tutoriales inteligentes, que en función de la interacción del usuario propone actividades, lleva un seguimiento de las acciones y realiza una retroalimentación hacia el usuario-alumno. Depende cómo se estructure el acceso a la información y si se programan distintos itinerarios de aprendizaje, puede considerarse que se logra aprendizaje o que se hace un refuerzo de lo ya aprendido.

Lo habitual es que el modelo pedagógico que sustenta estas propuestas tecnológicas sea conductista y lejano al aprendizaje social, debido a que las interacciones suelen ser de tipo individual: cada alumno con su computador va siguiendo los contenidos y ejercicios.

Tecnologías Colaborativas¹¹

Con este tipo de tecnologías se dispone de recursos altamente orientados a la interacción y el intercambio de ideas y materiales tanto entre los actores principales del proceso educativo en sus diferentes vías: profesor-alumno, alumno-profesor y la que podría ser más importante alumno-alumno. El trabajo a través de estos medios debe fomentar el aprendizaje constructivo y en colaboración.

¹⁰ Ibid. p. 31.

¹¹ Ibid. p. 32.

Si en el proceso de enseñanza y de aprendizaje se opta por una pedagogía centrada en el paradigma constructivista y del aprendizaje social, el trabajo de grupo constituye, si está bien concebido, una metodología muy eficaz para garantizar posibilidades de aprendizaje para todos sus miembros.

La tecnología puede ayudarnos a crear entornos de aprendizaje que favorezcan la construcción de aprendizajes más que la transmisión de conocimiento, la memorización de datos o la adquisición de destrezas procedimentales por medio de la repetición.

2.3.3 MEDIACIÓN PEDAGÓGICA Y TECNOLOGÍA DISPONIBLE¹²

Las instancias de mediación son aquellos recursos que promueven el aprendizaje de los estudiantes. Podemos señalar las siguientes:

- El maestro quien acompaña, orienta y promueve el aprendizaje.
- La institución que ofrece un medio para el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje.
- Los medios y el material como los agentes que apoyan el trabajo del docente y el del estudiante.
- El grupo que acompaña el proceso de aprendizaje de cada uno de los estudiantes.
- El contexto como el medio que refuerza las experiencias de aprendizaje que se ofrecen.
- El estudiante como el único y verdadero protagonista de su proceso de aprendizaje.

La acción comunicativa es el proceso mediante el cual se logran acuerdos compartidos y consensos no coactivos ni impositivos, gracias al entendimiento mutuo, al reconocimiento recíproco, al intercambio de argumentos y a la apertura hacia la comprensión del otro. La complementariedad entre el mundo de la vida y la acción comunicativa, es fuente generadora de conocimiento, de aprendizaje continuo y de educación permanente en las instancias cognoscitivas, subjetivas y sociales.

Los planteamientos anteriores, constituyen una reflexión al proceso de autoformación personal porque indican cuál es el punto de partida para contextualizar los aprendizajes. De igual manera son la base y el marco referencial para pensar en el diseño y la realización de las mediaciones pedagógicas.

El pleno desarrollo humano y perfeccionamiento integral de las personas, solo es posible en un contexto de comunicación interactiva en que se privilegien la libertad y autonomía; luego se debe pensar, que los medios de información y comunicación no sólo deben ser canales sino formas de expresión humana, de participación y de comunión; en donde indudablemente, el papel protagónico no es

¹² Ibid. p. 39.

sólo de los medios.

Para el desarrollo de las actividades educativas se utilizan diferentes tecnologías, dentro de las cuales se destacan los recursos impresos, de audio, visuales, audiovisuales, y las TIC. Estos recursos en su formato digital permiten introducir elementos multimedia e hipermedia, en el siguiente cuadro se relacionan algunas herramientas con su respectivo formato.

Los recursos impresos como libros, conferencias, ensayos, artículos y otros, deben utilizarse para la consulta, el análisis, la lectura crítica, el planteamiento de interrogantes, la construcción de conceptos, la argumentación, y como medios para compartir los saberes. Los recursos de audio son útiles para dar testimonios, describir situaciones, expresar puntos de vista, motivar a la creatividad, a la discusión, al cuestionamiento, al análisis, y a la escritura. Los recursos visuales permiten el uso de retroproyector para presentar síntesis, esquemas y llamar la atención sobre aspectos importantes, los cuales son difíciles de resaltar de otra manera. Los recursos audiovisuales favorecen el uso del video como medio educativo para mezclar el texto, la imagen, la animación y el sonido, como lenguajes para construir una verdadera comunicación; es importante su uso para derivar críticas, posiciones referentes al tema, escritura de ensayos, descripciones de situaciones, lugares y/o personas.

2.4 SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (SGA)

Estos sistemas se componen de dos tipos de herramientas como son: poseer diferentes utilidades para la presentación de contenidos como textos, animaciones, videos etc. Y contener herramientas de comunicación entre los participantes de los cursos (correo electrónico, Chat, foros). Pero a pesar de contener estas herramientas, como todo proceso educativo, requiere de un diseño sólido que tome en cuenta, además de las consideraciones pedagógicas, las ventajas y limitaciones de Internet y el comportamiento de los usuarios.

El sistema de gestión del aprendizaje es la parte fundamental de un A.V.A., en este se encuentran los mecanismos básicos para la revisión del material de aprendizaje y las actividades de evaluación que serán realizadas por los estudiantes, y también para que los tutores de un curso estén íntimamente relacionados con el diseño y la forma de presentar y ejecutar el curso a sus estudiantes. A continuación, algunas plataformas:

2.4.1 ATUTOR¹³

Es un Sistema de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (SGA) de Código abierto

¹³ ATUTOR. Learning Content Management System. <http://www.Atutor.ca>. Visitado el día 30 de Noviembre de 2006

basado en la Web y diseñado con el objetivo de lograr accesibilidad y adaptabilidad. Los educadores pueden ensamblar, empaquetar y redistribuir contenido educativo, y llevar a cabo sus clases en línea.

ATutor es un programa diseñado en PHP, Apache, MySQL, trabaja sobre plataformas Windows, Linux, Unix, Solaris, soporte a 32 idiomas, contiene herramienta de Gerencia y administra estudiantes, tutores, cursos y evaluaciones en línea, herramienta de Autoría incorporada, herramienta de Colaboración incorporada. La incorporación de las especificaciones de empaquetado de contenido IMS/SCORM, permitiendo que los diseñadores de contenidos creen contenido reutilizable que se puede intercambiar entre diversos sistemas de aprendizaje. El contenido creado en otros sistemas conforme a IMS o SCORM se puede importar en ATutor, y viceversa.

Algunas características

- Es un sistema de gestión de aprendizaje conductista
- Posee mensajería interna, los estudiantes pueden comunicarse entre sí o con el tutor
- Posee el módulo **CMAP** (Concept Mapping) que permite generar mapas conceptuales para exportarlos como imágenes o páginas Web, que se pueden agregar a un curso de ATutor.
- Posee herramientas que brindan estadísticas de avance estudiantes.
- Posee ayuda contextual
- El profesor puede elegir qué herramientas y módulos va a usar en cada curso.

2.4.2 CLAROLINE¹⁴

Es un proyecto de software libre que se distribuye con licencia GNU/GPL. Está escrito en el lenguaje de programación PHP, utiliza como SGBD, MySQL. Sigue las especificaciones de SCORM e IMS. Está disponible para plataformas (Linux) y navegadores libres (Mozilla, Netscape), y plataformas (Unix, Mac OS X y Windows) y navegadores propietarios (Internet Explorer).

Claroline es un groupware asíncrono y colaborativo, con las características propias de un sistema de gestión de aprendizaje (SGA). Puede ser utilizado por formadores, para administrar cursos virtuales en entornos e-learning ya que permite:

- Publicar documentos en cualquier formato: word, pdf, html, vídeo, etc.
- Administrar foros de discusión tanto públicos como privados.
- Administrar listas de enlaces.
- Crear grupos de estudiantes.

¹⁴ CLAROLINE. Claroline: open source e-learnin. <http://www.claroline.net>. Visitado el día 30 de Noviembre de 2006

- Confeccionar ejercicios.
- Estructurar una agenda con tareas y plazos.
- Hacer anuncios, vía correo electrónico por ejemplo.
- Gestionar los envíos de los estudiantes: documentos, tareas, trabajos, etc.
- Crear y guardar chats.

2.4.3 DOKEOS¹⁵

Es un entorno de e-learning y una aplicación de administración de contenidos de cursos y también una herramienta de colaboración. Es software libre y esta bajo la licencia GNU GPL, esta escrito en PHP y usa bases de datos en MySQL, el desarrollo es internacional y colaborativo. Es también certificado por la OSI y puede ser usado como un sistema de administración de contenido para educación y educadores. Esta característica para administrar contenidos incluye distribución de contenidos, calendario, proceso de entrenamiento, Chat en texto, audio y video, administración de pruebas y guardado de registros.

Es un sistema flexible y de muy fácil uso mediante una interfaz sumamente amigable. Dokeos ha sido traducida a 31 idiomas y es usada por más de 1.200 organizaciones en 65 países para gestionar el aprendizaje y la colaboración en la Web. Es una herramienta de aprendizaje, especialmente recomendada a usuarios que tengan nociones mínimas de computación cuyo objetivo es la preocupación por el contenido.

Ofrece una serie de características de seguimiento:

- Permite que el formador cree contenidos pedagógicos, estructurados en itinerarios formativos, que permiten la interacción entre los alumnos y el seguimiento de los mismos.
- Mayor tipología de tests y la posibilidad de corregir la copia de los estudiantes.
- Encuestas y estadísticas para obtener retroalimentación.
- Informes (tiempo empleado, puntuación en los tests, porcentaje completado en los itinerarios formativos) y exportación de datos a excel para la elaboración de gráficas.
- Videoconferencia para establecer una interacción visual en tiempo real.

2.4.4 MOODLE

Moodle es un proyecto diseñado para dar soporte a un marco de educación constructivista social, se distribuye gratuitamente bajo licencia Open Source. El entorno de aprendizaje de Moodle está basado en los principios pedagógicos

¹⁵ DOKEOS. Documentación. <http://www.dokeos.com/es/documentacion.php>. Visitado el día 30 de Noviembre de 2006

constructivistas, con un diseño modular que hace fácil agregar contenidos que motivan al estudiante.

El concepto del constructivismo social amplía las ideas comentadas en un grupo social que construye su aprendizaje unos con otros, creando en colaboración una cultura de compartir contenidos y significados. Cuando el estudiante se sumerge dentro de una cultura como esta, aprende continuamente como ser una parte de esa cultura. La perspectiva Constructivista ve al estudiante implicado activamente en su aprendizaje para que le de significado, y este tipo de enseñanza busca que el estudiante pueda analizar, investigar, colaborar, compartir, construir y generar basándose en los conocimientos que tiene.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Administración Del sitio

El sitio es administrado por un usuario definido durante la instalación.

El administrador puede personalizar la apariencia del sitio, por medio de temas, para ajustarlo a sus necesidades.

Moodle contiene un paquete de idiomas que permite la elección de cualquier lenguaje.

Moodle contiene módulos de actividad definidos pero permite la agregación de más módulos para una mejor adaptación a las necesidades del sitio.

El administrador es el que controla la creación de cursos en el sitio.

Administración De usuario

El registro de usuario se hace mediante confirmación de correo electrónico, y es el administrador quien decide registrarlo como docente del curso.

Cada usuario necesita solo una cuenta para todo el servidor.

Los invitados pueden entrar a partir de la página de acceso. Pero no tienen autorización para escribir en los cursos en los que entren solo verán el contenido.

Los profesores pueden crear una "clave de acceso" para impedir el acceso a quienes no sean estudiantes del curso.

Todos los usuarios, incluyendo al administrador, pueden crear su perfil incluyendo foto, descripción etc.

Administración De curso

El profesor es el administrador del curso y por tanto tiene el control sobre el mismo.

El curso tiene opción de escogerse entre tres formatos: semanal, por temas y social.

Cualquier tipo de archivo existente puede subirse al curso y almacenarse en el servidor. Estando estos archivos en el servidor, el profesor puede moverlos, renombrarlos, editarlos o borrarlos.

La plataforma Moodle soporta los estándares SCORM que el profesor puede implementar en el curso.

Es permitido al profesor el establecer actividades entre las cuales se encuentran:

Tarea: Una tarea es donde se establece un trabajo que tienen que desarrollar los estudiantes con una fecha de entrega y una calificación máxima. Los estudiantes deben subir un archivo para cumplir con el requisito. La fecha en la que suben sus archivos queda registrada. Después, se puede ver cada archivo y luego grabar una calificación y un comentario. Moodle enviará automáticamente un mensaje de correo electrónico a ese estudiante con una notificación.

Consulta: el profesor hace una pregunta y especifica una elección de respuestas. Los estudiantes pueden hacer su elección y el docente tendrá una pantalla de informe en la que puede ver los resultados

Foro: el docente tiene la posibilidad de elegir entre diferentes tipos: un "debate sencillo" sobre un único tema, un "foro para uso general" abierto a la participación de todos, o uno de tipo "cada persona plantea un tema".

Encuesta: El módulo de encuesta proporciona una serie de instrumentos de encuesta predefinidos que son útiles para la evaluación y comprensión de la clase. Pueden pasarse a los estudiantes al principio, como herramienta de diagnóstico, y al final del curso como herramienta de evaluación.

Recurso: Los recursos son el contenido de su curso. Cada recurso puede ser un archivo que el docente haya subido o al que apunta usando una dirección (URL). También puede mantener páginas simples con texto, escribiéndolas directamente en un formulario al efecto.

Otra opción fundamental de la herramienta es el enlace "Registros" (bajo Administración) para obtener acceso a los registros completos y en bruto. En él se verá un enlace a una ventana emergente que se actualiza cada sesenta segundos

y que muestra la última hora de actividad. Es útil tenerla abierta en su escritorio todo el día para ver lo que ocurre en el curso.

El profesor dispone también de la opción de "Informe de Actividades" Esto le proporciona una manera de ver lo que cualquier persona en particular ha estado haciendo en el curso.

La opción de "calificaciones" permite observar todas las notas de cada uno de los estudiantes de todas las actividades propuestas por el profesor.

2.4.5 SELECCIÓN DE UN SGA

Un Ambiente virtual de Aprendizaje (AVA) es una aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en un proceso educativo y esta puede ser implementada por medio de una plataforma SGA. Que además, debe servir para distribuir materiales educativos en formato digital (textos, imágenes, audio, simulaciones, juegos, etc.) y acceder a ellos, para realizar debates y discusiones en línea sobre aspectos del programa de la asignatura, para integrar contenidos relevantes de la red o para posibilitar la participación de expertos o profesionales externos en los debates o charlas¹⁶.

La plataforma SGA a implementar debe contener distintos tipos de herramientas: Herramientas de comunicación síncrona (Chat) y asíncrona (correo electrónico, foros); Herramientas para la gestión de los materiales de aprendizaje; Herramientas para la gestión de las personas participantes, incluyendo también sistemas de seguimiento y evaluación del progreso de los estudiantes.

Entonces, en base a esto y teniendo en cuenta todas estas ventajas y potencialidades que ofrece un SGA, el director de proyecto en conjunto con el codirector han optado por escoger el sistema de gestión de aprendizaje Moodle por ser de libre uso y donde se puede implementar todas las características propias de un SGA y por tener tanta aceptación a nivel mundial. Además es el sistema de gestión de aprendizaje implementado en el SENA (servicio Nacional de Aprendizaje) con muy buenos resultados y una muy buena aceptación por parte de los estudiantes de esa organización.

2.5 OBJETOS DE APRENDIZAJE (OA)¹⁷

Son pequeños módulos de aprendizaje, de contenido interactivo, en un soporte digital como por ejemplo páginas Web, animaciones de flash, multimedia, etc. Que

¹⁶ UNIVERSITAT JAUME I. selección de un entorno virtual de enseñanza aprendizaje de código fuente abierto para la Universitat Jaume I. http://cent.uji.es/doc/eveauji_es.pdf. visitado el día 3 de Diciembre de 2006.

¹⁷ Ibid. p. 44.

deben tener la posibilidad de ser reutilizables.

La interactividad del objeto de aprendizaje se refiere a la capacidad de estos objetos de registrar el progreso de alumno y las diferentes interacciones que ha hecho con sus componentes.

Además los objetos de aprendizaje deben poseer las siguientes características:

Interoperable: capaz de funcionar en diferentes sistemas servidor y cliente. Durable (persistente): no requiere modificaciones significativas para adaptarlo a un nuevo sistema.

Global: Capacidad para describir el proceso de aprendizaje dentro de una Unidad de Aprendizaje, incluyendo referencias a otros objetos de aprendizaje y a todos los servicios que sean necesarios incorporar para completar el proceso.

Flexibilidad Pedagógica: Se debe aportar significado y funcionalidad pedagógica a todos los elementos que están integrados en la unidad de aprendizaje.

Personalización: El contenido y las actividades descritas en una unidad de aprendizaje deben poder adaptarse según las preferencias, necesidades y circunstancias de los usuarios.

Formalización: Descripción formal del diseño de aprendizaje para que sea posible su procesamiento automático.

Compatibilidad: Compatibilidad con otras especificaciones o estándares.

Reusabilidad: Debe permitir integrar cualquier tipo de producto educativo y, a su vez, reutilizarlo en diferentes contextos.

2.5.1 SCORM

SCORM es la sigla de (Sharable Content Object Reference Model): Modelo de Referencia para Objetos de Contenido Distribuibles. Es un conjunto de especificaciones Para desarrollo, empaquetamiento y distribución de material educativo en cualquier momento y en cualquier lugar; se define también como un estándar de paquetes de objetos de aprendizaje reutilizables.

SCORM nace de la iniciativa de compartir información entre diferentes AVAs y tener la capacidad de reutilizar esos contenidos. En la actualidad la mayoría de los AVAs lo soportan, lo que permite que los cursos desarrollados bajo este estándar se puedan subir e implementar a cualquiera de ellas de manera fácil.

Sus principales características son:

- **Duradero:** no requiere modificaciones significativas para adaptarlo a un nuevo sistema.
- **Interoperable:** capaz de funcionar en diferentes sistemas LMS, por ejemplo: Moodle, Atutor u otro Ambiente Virtual
- **Accesible:** puede ser publicado y encontrado por diferentes entidades, teniendo en cuenta que esta información es segura y no es posible ver su código fuente.
- **Reutilizable:** modificable por diferentes profesores y herramientas.

Para la creación de contenidos basados en el estándar SCORM para Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA), diferentes organizaciones han generado estándares, entre ellas están:

- **Aviation Industry CBT Committee (AICC):** Creado en 1988, AICC es un grupo internacional de profesionales del entrenamiento y capacitación basada en tecnología. A finales de la década de los 80's, Internet y la Web aún no existían, por lo tanto AICC se crea cuando sólo se hablaba de la Capacitación Basada en Computadoras o CBT (Computer-Based Training).
- **Instruction Management Systems (IMS):** Es un consorcio que agrupa a vendedores, productores, implementadores y consumidores de e-learning, y que se enfoca completamente a desarrollar especificaciones en formato XML. Entre sus miembros se encuentra Microsoft, Apple, ORACLE, WebCT, etc. Las especificaciones IMS cubren un amplio rango de características que se persiguen hacer interoperables entre plataformas, que van desde los metadatos, la interoperabilidad de intercambiar el diseño instruccional entre plataformas, hasta la creación de cursos online para alumnos que tengan alguna discapacidad visual, auditiva u otra.
- **Institute for Electrical and Electronic Engineers Learning Technology Standards Committee (IEEE LTSC):** El IEEE es un conocido cuerpo multinacional que desarrolla estándares internacionales para sistemas eléctricos, electrónicos, computacionales y comunicacionales. IEEE está organizado en distintos comités que se juntan y analizan las distintas tecnologías, entregando como resultado una especificación o recomendación en forma de estándar. Uno de éstos es el Learning Technology Standards Committee(LTSC), Comité para los Estándares de la Tecnología del Aprendizaje. La especificación más reconocida del trabajo de IEEE LTSC es la especificación de los Metadatos de los Objetos de Aprendizaje o Learning Object Metadata (LOM) que define elementos para describir los recursos de aprendizaje. IMS y ADL utilizan los elementos y la estructura de LOM en sus respectivas especificaciones.
- **Advanced Distributed Learning (ADL):** Nace como una organización

auspiciada por el gobierno de Estados Unidos (el consumidor más grande de e-learning en el planeta), con el objetivo de investigar y desarrollar especificaciones que fomenten la adopción y el avance del e-Learning. Es el autor de SCORM, el cual ha logrado integrar los otros estándares.

Los estándares propuestos por dichas organizaciones promueven la interoperabilidad de contenidos y plataformas de diferentes fabricantes. Además proponen la separación entre el AVA y su contenido a través de las especificaciones de empaquetamiento y las especificaciones de test.

El “empaquetamiento” consiste en etiquetar el contenido de tal modo que pueda ser reconocido como tal por el AVA y permita su carga en el sistema. En el caso de las especificaciones ADL SCORM e IMS esto se hace describiendo el contenido en un archivo XML denominado IMSMANIFEST.XML, donde se referencia todos los recursos que agrupa dicho contenido. Por otro lado, las especificaciones de test se refieren a la forma en que el contenido debe registrar la actividad del usuario en los test de auto-evaluación y otras actividades que el curso incluya.

En este proyecto se utilizó el programa de distribución gratuita y código abierto para la elaboración del paquete SCORM, denominado RELOAD EDITOR.

2.5.2 RELOAD EDITOR

Es un programa para empaquetar contenidos, destinado a compartir material de enseñanza aprendizaje. Está desarrollado en la plataforma JAVA y funciona sobre cualquier sistema operativo.

Este programa cuenta con tres paneles, un panel de recursos, el panel de manifiesto y el panel de atributos. El manifiesto es el área que representa la estructura del empaquetador de contenidos, esta contiene la metadata, la organización y los recursos:

Manifiesto: Es un documento XML donde queda reflejado el contenido y la orden de secuencia que se puede seguir para lograr los conocimientos.

Metadatos: Los metadatos son los contenidos del Manifiesto, es decir la información de la estructura de los objetos de aprendizaje que contiene el paquete.

Recursos: son contenidos archivos html, hojas de estilo etc.

Organización: Sirve para dar forma a la estructura de aprendizaje.

3. CONTENIDO TEMÁTICO DEL MÓDULO

El presente capítulo se realizó con el fin de mostrar las redacciones creadas para los tutoriales y componentes software expuestos en el ambiente virtual de aprendizaje, las cuales se basaron en la bibliografía presentada al final de este libro, conocimientos previos y los adquiridos en la realización de los ejemplos aplicativos.

3.1 INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS GENÉTICOS

3.1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Los algoritmos genéticos es una temática de la inteligencia artificial que propone la utilización de la teoría de la evolución natural biológica como filosofía para la resolución computacional de problemas complejos. Esta idea nace cuando John Holland al retomar las teorías de Charles Darwin y conceptos dados por Ronald A. Fisher intenta crear un software con aprendizaje abierto, encontrando en los algoritmos genéticos la solución más cercana.

A partir de esto han sobresalido muchos otros autores que han aportado en la robustez de esta área, tales como Ingo Rechenberg quien en los años 70 introduce la teoría evolutiva, y otros personajes entre los cuales se pueden mencionar Lawrence Fogel, David E. Goldberg, Melanie Mitchell y Kenneth de Jong, quienes han aportado para que hoy en día los algoritmos genéticos se implementen con éxito en problemas de reconocimiento de formas y patrones, aplicaciones financieras, sistemas de información, sistemas de producción y otras tantas aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia.

Charles Darwin

Sir Charles Darwin (1809-1882) científico británico, quien sentó las bases para la teoría sobre la evolución de las especies por mutación y selección natural. Quinto hijo de una familia inglesa rica y sofisticada. Después de graduarse de la escuela en Shrewsbury en 1825, fue a la universidad de Edinburgh a estudiar medicina. En 1827 se salió y entró a la universidad de Cambridge preparándose para convertirse en un ministro de la iglesia Inglesa. Después de graduarse de Cambridge en 1831, Darwin de 22 años abordó el barco inglés de investigación HMS Beagle, como un naturalista sin pago en una expedición científica alrededor del mundo y comenzó su carrera científica.

Ronald A. Fisher

Sir Ronald A. Fisher (1890 - 1962), fue un gran científico británico egresado de la Universidad de Cambridge, su mayor contribución fue a la estadística, la biología evolutiva y genética, fue pionero en los principios del diseño de experimentos y análisis de varianza, Invento la técnica de probabilidad máxima e introdujo conceptos como el discriminador lineal de Fisher's, información de Fisher, suficiencia, entre otros. Fisher publicó muchos libros como: 14 ediciones de "Statistical Methods for Research Workers", 3 Ediciones de "The Genetical Theory of Natural Selection", 8 ediciones de "The Design of Experiments", 6 ediciones de "Statistical Tables for Biological Agricultural and Medical Research", 2 ediciones Theory of Inbreeding, y 3 ediciones de Statistical Methods and Scientific Inference.

Jhon Holland

Nacido un 16 de Mayo de 1908 en Nebraska (USA), su destreza en la programación hizo que IBM lo contratara en la década de los 50 para colaborar en el desarrollo de su primera calculadora comercial, una vez graduado en la década de 1960 de la Universidad de Michigan como el primer doctor del país en ciencias informáticas, quiso explorar el modo en que reglas simples podían llevar a conductas complejas, de fácil manejo y aprendizaje abierto. Con lo que encontró en la lógica evolutiva darwiniana, una forma de construir un código el cual llamó Algoritmos Genéticos. Sus investigaciones en la década de los 60 se caracterizaron por realizarse a papel y lápiz por la falta de tecnología de la época. Murió el 21 de Mayo de 1993 en Woodlands Hills, Los Ángeles, California, USA.

Ingo Rechenberg

Nació el 20 de Octubre de 1934 en Berlín (Alemania), su aporte en la teoría de los algoritmos genéticos fue la introducción de una técnica llamada estrategia evolutiva. Rechenberg estudio en ingeniería aeronáutica en la Universidad Técnica de Berlín y en la universidad de Cambridge/England. Obtuvo el campeonato de modelos de aeroplanos en 1954, trabajó en Fokker Aircraft in Amsterdam/Holland, escribió libros como Optimierung technischer Systeme nach Prinzipien der biologischen Evolution (1973), Evolutionsstrategie (1994), Photobiologische Wasserstoffproduktion in der Sahara (1994). Y recibió honores por la programación evolutiva (1995), pionero de la IEEE en redes neuronales (2002), por programación genética y evolutiva

Lorenzo J. Fogel

El Dr. Lorenzo J. Fogel durante 50 años se ha destacado por aplicaciones practicas para la soluciones de problemas del mundo real ha trabajado en su carrera comenzó en 1956 como lider del grupo Convair en San Diego, en 1960 se desempeño en asistente especial en del director the National Science Foundation, posteriormente en 1961 obtuvo el cargo de senior staff scientist en General Dynamics/Astronautics, en 1965 presidente de Decision Science, 1982 vice

presidente de Titan Systems, 1987 vicepresidente de ORINCON Corporation y finalmente en 1993 fundó la empresa Natural Selection, Inc. Entre sus libros más destacados están: "Evolution of Intelligently Interactive Behaviors for Simulated Forces," Evolutionary Programming VI (1997), "The Valuated State Space Approach and Evolutionary Computation for Problem Solving," In Computational Intelligence: A Dynamic System Perspective (1995), "Alternative Neural Network Training Methods," IEEE Expert (1995).

David E. Goldberg

David E. Goldberg recibió su BSE(Bachelor of Science in Engineering) en 1975, su MSE(Materials Science and Engineering) en 1976, y su PhD en 1983, todo como ingeniero civil de la universidad de Michigan. De 1976 a 1980 se desempeñó en Stoner Associates of Carlisle, PA, fundó la facultad de ingeniería mecánica en la universidad de Alabama y la facultad de ingeniería general en la universidad de Illinois, es director del laboratorio de algoritmos genéticos de Illinois, sus investigaciones se centra en el diseño, análisis y el uso de procedimientos genéticos. Ganó reconocimientos como joven investigador por National Science Foundation de los E.E.U.U. en 1985, y asociado del centro para estudios avanzados en UIUC in 1995, Senior Fellow (2003) de la sociedad internacional para computación genética y evolucionaria. Entre sus libros esta Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning (Addison-Wesley, 1989) y el más reciente The Design of Innovation: Lessons from and for Competent Genetic Algorithms (2002, Kluwer).

Melanie Mitchell

Melanie Mitchell recibió un Ph.D. En informática de la Universidad de Michigan en 1990. Desde entonces ha ocupado puestos como profesional en la universidad de Michigan, el Instituto Santa FE, el Laboratorio Nacional de Los Alamos, la escuela de OGI de la ciencia y de la ingeniería, y en la universidad de estado de Portland. Sus investigaciones se han basado en Sistemas inteligentes, ciencia cognoscitiva, el aprendizaje de Maquinas, y sistemas complejo, computación evolutiva y vida artificial, además de cómo utilizar ideas de sistemas naturales para desarrollar nuevas ideas de sistemas de computo. Entre sus libros se destacan: Analogy-Making as perception: A Computer-Model, An introduction Genetic Algorithms, Adaptive Individuals in Evolving Populations Models and Algorithms, Perspective on Adaptation in natural and Artificial Systems.

Kenneth A. De Jong

Kenneth A. De Jong recibió su Ph. D. en informática de la Universidad de Michigan en 1975, Fundó la Universidad George Mason en 1984 y actualmente es profesor de informática, jefe del laboratorio evolutivo de computo, y director asociado de Krasnow Institute, sus intereses en investigación incluyen algoritmos genéticos, computación evolutiva, aprendizaje de maquinas, y sistemas adaptantes.

Actualmente trabaja en proyectos de nuevas teorías evolutivas de algoritmos Evolutivos, el uso de los mismos como heurística para los problemas NP-duros, y al problema de aprender para la robótica. El profesor Kenneth es miembro activo de la comunidad de investigación evolutiva de cómputo, en donde ha organizado muchos talleres y conferencias en esta área, y es jefe de redacción de *Journal Evolutionary Computation*.

3.1.2 DOCUMENTO HISTÓRICO

“HISTORIA DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS”

La idea de algoritmos genéticos surge a partir del estudio de la teoría de la evolución, en donde según Darwin: “El universo es como un conjunto de individuos en constante competición y evolución para poder perpetuar su especie en el tiempo. La existencia de una especie es algo dinámica; las especies se crean, evolucionan y desaparecen si no se adaptan” (1). Dado esto, para cualquier especie que se enfrentará a la naturaleza debía evolucionar adaptándose mejor a ella para reproducirse y así poder mantener su especie por más tiempo.

Con base a esto nace la teoría del neo-darwinismo la cual propone que la evolución de las especies está dada por una sucesión de eventos que se ejercen dentro de las poblaciones: reproducción, mutación, competición y selección.

Fue a principios de los 60, en la Universidad de Michigan en Ann Arbor, donde, dentro del grupo *Logic of Computers*, las ideas de Holland empezaron a desarrollarse y a dar frutos. Y fue con “La teoría genética de la selección natural” escrito por R. A. Fisher, donde aprendió que la evolución era una forma de adaptación más potente que el simple aprendizaje, y tomó la decisión de aplicar estas ideas para desarrollar programas bien adaptados para un fin determinado.

- Cuando Holland se enfrentó a los algoritmos genéticos, los objetivos de su investigación fueron dos:
- Imitar los procesos adaptativos de los sistemas naturales, y
- Diseñar sistemas artificiales (normalmente programas) que retengan los mecanismos importantes de los sistemas naturales.

Por este tiempo comenzaron a aparecer los primeros ejemplos de algoritmos genéticos programados en computadoras por biólogos evolutivos que buscaban realizar modelos de aspectos de la evolución natural. A ninguno de ellos se le ocurrió que esta estrategia podría aplicarse a problemas artificiales, pero ese reconocimiento no tardaría en llegar. En 1962, investigadores como G.E.P. Box, G.J. Friedman, W.W. Bledsoe y H.J. Bremermann habían desarrollado independientemente algoritmos inspirados en la evolución para optimización de funciones y aprendizaje automático, pero sus trabajos generaron poca reacción. En 1965 surgió un desarrollo más exitoso, cuando Ingo Rechenberg introdujo una técnica que llamó estrategia evolutiva. En esta técnica no había población ni

cruzamiento; un padre mutaba para producir un descendiente, y se conservaba el mejor de los dos, convirtiéndose en el padre de la siguiente ronda de mutación (Haupt y Haupt 1998). Versiones posteriores introdujeron la idea de población.

El siguiente desarrollo importante se produjo en 1966, cuando L.J. Fogel, A.J. Owens y M.J. Walsh introdujeron en América una técnica que llamó programación evolutiva. En este método, las soluciones candidatas para los problemas se representaban como máquinas de estado finito sencillas; al igual que en la estrategia evolutiva de Rechenberg, su algoritmo funcionaba mutando aleatoriamente una de estas máquinas simuladas y conservando la mejor de las dos (Mitchell 1996; Goldberg 1989). También al igual que las estrategias evolutivas, hoy en día existe una formulación más amplia de la técnica de programación evolutiva que todavía es un área de investigación en curso. Sin embargo, lo que todavía faltaba en estas dos metodologías era el reconocimiento de la importancia del cruzamiento.

En 1975, Holland publicó su libro "Adaptación en Sistemas Naturales y Artificiales". Basado en investigaciones y artículos anteriores del propio Holland y de colegas de la Universidad de Michigan, donde presentó sistemática y rigurosamente el concepto de sistemas digitales adaptativos utilizando la mutación, la selección y el cruzamiento, simulando el proceso de la evolución biológica como estrategia para resolver problemas.

Ese mismo año, la importante tesis de Kenneth De Jong estableció el potencial de los Algoritmos Genéticos demostrando que podían desenvolverse bien en una gran variedad de funciones de prueba (Goldberg 1989).

En la década de los 80, los algoritmos genéticos se estaban aplicando en una amplia variedad de áreas, desde problemas matemáticos abstractos hasta asuntos tangibles de ingeniería como el control de flujo en una línea de ensamble, reconocimiento y clasificación de patrones y optimización estructural (Goldberg 1989).

Al principio, estas aplicaciones eran teóricas. Sin embargo, al seguir incrementando la investigación, los algoritmos genéticos migraron hacia el sector comercial, y cobraron importancia con el crecimiento exponencial de la computación y el desarrollo de Internet. Todo esto basado en las ideas de Charles Darwin del azar en la variación, junto con la ley de la selección, que se han convertido en técnica de resolución de problemas de inmenso poder y de aplicación casi ilimitada, tanto es así que hoy en día se encuentran aplicaciones en diversas áreas como: la acústica, ingeniería aeroespacial, astronomía y astrofísica, química, Ingeniería eléctrica, mercados financieros, juegos, geofísica, ingeniería de materiales, matemáticas y algoritmia, ejército y cumplimiento de la ley, biología molecular, reconocimiento de patrones y minería de datos, robótica, Diseño de rutas, ingeniería de sistemas, entre otras.

3.1.3 ASPECTOS IMPORTANTES

¿Que son los Algoritmos genéticos?

Los algoritmos genéticos (AG) son métodos sistemáticos que sirven para la solución de problemas de búsqueda y optimización, se encuentran basados en la teoría de la evolución de Charles Darwin en donde se describe como los individuos de una población a través del tiempo, en cada nueva generación, presentan características mas adecuadas para su entorno de forma tal que pueda sobrevivir. Esta evolución se lleva a cabo mediante los procesos de la selección basada en una población inicial, la reproducción sexual y la mutación, los mismos procesos que se implementan como cuerpo fundamental de los algoritmos genéticos.

Funcionamiento De Un Algoritmo Genético

La idea básica es la siguiente: dado un problema específico a resolver, la entrada del Algoritmo Genético es un conjunto de posibles soluciones a ese problema, codificadas de alguna manera y suelen ser generadas aleatoriamente, cada posible solución va a ser llamada individuo, al conjunto de estos se le denominará población, y cada individuo será evaluada por medio de una métrica llamada función de aptitud "fitness" para determinar cuantitativamente el grado de adaptación de un individuo. Además, esta función debe ser capaz de "eliminar" a las malas soluciones, y de "aceptar" a las buenas, de forma que sean estas últimas las que prevalezcan y se propaguen con mayor rapidez.

Cada individuo tiene una información asociada a él. A dicha información se la va a denominar cromosoma. La codificación más común de las respuestas es a través de cadenas binarias, aunque se han utilizado también números reales y letras.

Luego el Algoritmo Genético evalúa cada individuo de acuerdo con la función de aptitud. En un conjunto de individuos generados aleatoriamente, la mayoría no funcionarán y serán eliminados. Sin embargo pocos pueden ser satisfactorios hacia la solución del problema. A esto se le conoce como selección. Estos individuos se conservan y se les permite reproducirse (cruzamiento). Creando nuevas generaciones de individuos las cuales son sometidas a un proceso de cambios aleatorios (mutación). Luego, esta descendencia digital prosigue con la siguiente generación, formando un nuevo conjunto de individuos, y sometiéndolos a una nueva evaluación con la función de aptitud. Los individuos que no hayan mejorado serán eliminados; los restantes se mutaran convirtiéndolos en mejores soluciones del problema, más completas o más eficientes. De nuevo, se seleccionan y se reproducen estos individuos hacia la siguiente generación aplicándoseles la mutación, y el proceso se repite hasta encontrar los individuos óptimos. Lo que se espera es que la aptitud media de la población se incremente en cada generación.

Componentes básicos

En general es aceptado que cualquier algoritmo genético para resolver un problema, debe tener cinco componentes básicos como se vera a continuación:

- Se necesita una codificación o representación del problema, que resulte adecuada al mismo.
- Una manera de crear una población inicial de soluciones.
- Una función de ajuste ó adaptación al problema, también llamada función de evaluación, la cual asigna un número real a cada posible solución codificada.
- Durante la ejecución del algoritmo, los padres — dos individuos pertenecientes a la población inicial, que son soluciones factibles del problema- deben ser seleccionados para la reproducción; a continuación dichos padres seleccionados se cruzarán generando dos hijos, nuevas soluciones al problema, sobre cada uno de los cuales actuará un operador de mutación de acuerdo con una cierta probabilidad. El resultado de la combinación de las anteriores funciones será un conjunto de individuos (posibles soluciones al problema), los cuales en la evolución del Algoritmo Genético formarán parte de la siguiente población.
- Valores para los parámetros: tamaño de la población, probabilidad de aplicación de los operadores genéticos.

Principales características

Características Globales

- Dada una función F de n variables x_1, x_2, \dots, x_n , optimizar la función consiste en encontrar la combinación de valores de x_i tales que $F(x_1, x_2, \dots, x_n) = \text{Máximo}$. Se puede hablar de maximizar en vez de minimizar sin perder generalidad, ya que maximizar F equivale a minimizar $-F$.
- Los algoritmos genéticos son independiente del problema, lo cual lo hace un algoritmo sólido y útil para cualquier problema, pero a la vez débil al no estar especializado en ninguno.
- Las soluciones codificadas en un cromosoma compiten para ver cuál constituye la mejor solución (aunque no necesariamente la mejor de todas las soluciones posibles).
- El ambiente, constituido por las otras soluciones, ejercerá una presión selectiva sobre la población, de forma que sólo los mejor adaptados sobrevivan o hereden su material genético a las siguientes generaciones, igual que en la evolución de las especies.

Características Debido a sus procesos aleatorios

- Son algoritmos estocásticos. Dos ejecuciones distintas pueden dar dos soluciones distintas
- Son algoritmos de búsqueda múltiple, es decir, pueden generar varias soluciones.
- Los algoritmos genéticos son de los más exploratorios disponibles.
- La convergencia del algoritmo es poco sensible a la población inicial si esta se escoge de forma aleatoria y es lo suficientemente grande.
- La curva de convergencia asociada al algoritmo presenta una convergencia muy rápida al principio, que casi enseguida se bloquea. Esto se debe a que el algoritmo genético es excelente descartando individuos no aptos. En cada generación de individuos, la población da un salto evolutivo, y se produce un buen incremento en la velocidad de convergencia. La razón de esto es que algunas veces aparece una mutación altamente beneficiosa, o un individuo muy bueno, que propaga algún conjunto de cromosomas al resto de la población.
- La optimización es función de la representación de los datos. Una buena codificación puede hacer la programación y la solución del problema más sencilla, mientras que una codificación errada nos obliga a cambiar el genoma para que cumpla las restricciones del problema, y en muchos problemas tendremos que abortar los que no cumplan las restricciones, por ser estas demasiado complejas.
- Es una búsqueda paramétrica robusta. Eso quiere decir que se debe escoger mal los parámetros del algoritmo para que no converja. Puede converger mejor o peor en una solución buena si la representación es la adecuada. Por esto se necesita un algoritmo en el cual se pueda equivocar los parámetros de partida.
- Son intrínsecamente paralelos. Esto significa que, independiente de que se haya implementado de forma paralela o no, buscan en distintos puntos del espacio de soluciones de forma paralela. Gracias a esto se puede modificar el código para que se ejecute simultáneamente en varios procesadores.

3.2 OPERADORES GENÉTICOS

Los algoritmos genéticos cumplen con una secuencia de procesos principales de selección, reproducción y mutación. Estos procesos son basados en la teoría de la evolución y dentro de esta temática reciben el nombre de operadores.

El método para implementar un operador genético puede variar dependiendo del problema, hasta el punto que casi se puede decir que existe un método por modelo de problema, lo que le ha permitido a los algoritmos una gran aceptación en las diferentes áreas de la ciencia. En este modulo se explica brevemente solo los principales métodos para cada uno de los operadores.

3.2.1 SELECCIÓN

El proceso de selección como su nombre lo indica, busca seleccionar un cierto número de individuos de una población base para crear las futuras generaciones. Para la realización de esta se debe evaluar en base a la función de objetivo cada uno de los individuos de dicha población, de tal forma que permita asignar un valor de aptitud o fitness.

Selección Elitista

Este método escoge los miembros más aptos de cada generación. Aunque es poco frecuente usarlo se puede modificar para que los mejores sean copiados en la siguiente generación y así podemos prevenir que habiendo conseguido el mejor lo destruyamos en la siguiente generación.

Selección Proporcional A La Aptitud

Este método busca escoger los individuos según su grado de adaptación, seleccionando aquellos que presenten mayor o menor fitness según convenga. Para este modelo el rango reproductivo queda limitado, de forma que no se produzcan exceso de población en la nueva generación, de acuerdo con la probabilidad de escogencia.

Selección Por Rueda De Ruleta

Cada individuo tiene una probabilidad de selección proporcional a su aptitud, esta probabilidad esta dada por la diferencia entre las aptitudes de los mejores individuos y le da cada uno de ellos una porción dentro de un intervalo propuesto como por ejemplo $[0,1]$, de tal forma que al activar la selección aleatoria dentro de este intervalo el individuo pueda ser seleccionado si el numero aleatorio cae dentro de su porción.

Selección Por Torneo

La población global de individuos se descompone en cierta cantidad de subgrupos, en donde se procede a evaluar cada uno de sus integrantes para determinar el mejor, el cual será seleccionado para su posterior reproducción. Este método tiene como principal parámetro la escogencia del número de participantes por subgrupos.

Otros Métodos

Selección Generacional

La implementación de este método sirve como complemento de otros tales como la selección por aptitud o el método de ruleta. Consiste en solo conservar los hijos de la generación anterior, los padres mueren, esto se hace basado en que las

nuevas generaciones se adaptaran mejor al medio en que se encuentran y por tanto siempre nacerán mejores individuos por cada generación.

Selección Por Estado Estacionario

Consiste en dejar algunos individuos de las generaciones pasadas de tal forma que después puedan reemplazar a algunos miembros menos aptos de la siguiente generación.

Selección Jerárquica

Cada generación es sometida diferentes pruebas para la selección de los nuevos individuos, en cada nueva generación estas pruebas incrementa su nivel de rigurosidad, de esta las evaluaciones de las primeras generaciones son más rápidas y permitan eliminar aquellos individuos nada prometedores.

3.2.2 ENTRECruzAMIENTO

El proceso de entrecruzamiento se produce para intercambiar información genética de dos individuos, tal como se presenta en la reproducción sexual de los seres humanos, obteniendo un tercer individuo que comparte la información de ambos y que además se presume que este nuevo individuo obtendrá unas mejor mejores características para su adaptación al medio.

Al igual que en el proceso de selección este proceso tiene una cierta variedad de métodos que se pueden mezclar para una mejor adaptación de los individuos. A continuación se presentaran los principales métodos.

Cruce básico

El método consiste en descomponer el genoma del padre y de la madre a partir de un punto al azar dentro la cadena, de tal forma que la primera fracción del padre se pueda enlazar con la segunda fracción de la madre y así forma un nuevo individuo.

Cruce multipunto

La implementación de este método es similar al cruce básico, con la excepción que en este se establece más de un punto de cruce.

Cruce Uniforme

El operador uniforme permite hacer que cualquier posición del cromosoma sea un lugar potencial para realizar el cruce. Este metodo implementa una máscara, cuyo largo es igual al de un individuo y su estructura aleatoria. Luego se aplica la mascara a los padres, donde la paridad de bits indica como se obtendrá el hijo. El hijo 1 se forma tomando un bit del padre 1 si el correspondiente bit de la mascara

es 1 o del padre 2 si el bit de la máscara es cero, y el segundo hijo es creado usando el sistema inverso de la máscara.

Otros Métodos

Cruce Aleatorio

Esta directamente relacionado con el crossover uniforme, donde se selecciona un punto de quiebre, al igual que el crossover de punto simple, pero antes que las variables sean intercambiadas, son desordenadas en forma aleatoria las variables de ambos padres. Luego se selecciona el punto de quiebre y se reordenan las variables de los padres para realizar la recombinación creando los nuevos hijos. Con ello se logra obviar los prejuicios posicionales ya que las variables son aleatoriamente reasignadas cada vez que se ejecuta el operador.

Cruce segmentado: cada cromosoma tiene una probabilidad de cruce diferente. Esta se evalúa gen por gen a medida que se va creando el cromosoma de un nuevo individuo.

Cruces Para Permutación

Los problemas de permutación tienen diferentes técnicas para su implementación, entre ellas:

- Cruce de emparejamiento parcial: Se extrae una parte del cromosoma de uno de los padres preservando el orden y posición de la mayor cantidad de genes del otro.
- Cruce de orden: esta técnica presenta un comportamiento similar al anterior, se elige para cada descendiente un tramo de uno de los padres y a la vez se presenta el orden relativo de todos los genes del otro.
- Cruce de ciclo: cada gen hereda sucesivamente la posición de alguno de sus padres, de acuerdo con sus posiciones en un ciclo.

3.2.3 MUTACIÓN

Métodos Por Bits

Mutación De Bits: Se tiene una probabilidad para que un bit sea mutado, de acuerdo a esta se toma un bit aleatoriamente y se invierte.

Mutación multibit: Similar al anterior pero la probabilidad no es para el individuo completo si no para cada gen del individuo.

Métodos Por Gen

Mutación de gen: Esta técnica realiza el mismo procedimiento de la mutación de bit, con la diferencia que cambia el gen.

Mutación multigen: Como su nombre lo indica es una mutación de genes. El nuevo gen puede sumar un valor aleatorio, un valor constante, o introducir un gen aleatorio nuevo.

Mutación De Intercambio

Consiste en intercambiar dos bit o genes escogidos aleatoriamente teniendo en cuenta una probabilidad.

Mutación De Barajado

Este método consiste en mover de forma aleatoria dos bits o genes de acuerdo con una probabilidad, se debe tener en cuenta que estos cambian de posición dentro del cromosoma mientras el método de intercambio mantiene la posición de los bits o genes a mutar en una misma posición.

3.3 IMPLEMENTACIÓN DE UN ALGORITMO GENÉTICO

Como se puede apreciar con el contenido ya expuesto en el curso, las técnicas de aprendizaje automático han evolucionado provocando un gran interés en la ciencia informática, acercándose cada vez más a permitir que las computadoras puedan alcanzar a aprender por si mismas.

Los algoritmos genéticos llevan a cabo un proceso secuencial cíclico aplicando los operadores genéticos y siguiendo tres pasos fundamentales en el proceso de nuevas experiencias:

- **Actualizaciones de los Fitness en los individuos:** Durante cada proceso de iteración el fitness aumenta o disminuye, de acuerdo a óptimo que se quiera obtener (maximizar ó minimizar).
- **Aplicación de operadores de búsqueda:** Fundamentalmente esta búsqueda es realizada por los operadores de cruce y mutación, que se aplica a los individuos mejor adaptados, es decir a los individuos con los fitness más adecuados. El entrecruzamiento realizado es muy similar al genético, entre tanto el operador mutación genera pequeñas variaciones aleatorias. Por ejemplo, si tenemos los dos siguientes individuos:

x1 x2 x3 x4 x5 x6 x7 x8
y1 y2 y3 y4 y5 y6 y7 y8

Un ejemplo de cruce sería:

x1 x2 x3 x4 x5 y6 y7 y8
 y1 y2 y3 y4 y5 x6 x7 x8

Una mutación, por el contrario, provocaría un cambio de este tipo:

Individuo	0001110011
Individuo Mutado	0001010011

- **Eliminación de individuos no aptos:** Para mantener el tamaño del conjunto de patrones, se reemplazan los de menor peso por los nuevos. De alguna manera, cada patrón compite con los demás para producir resultados en el siguiente ciclo o generación.

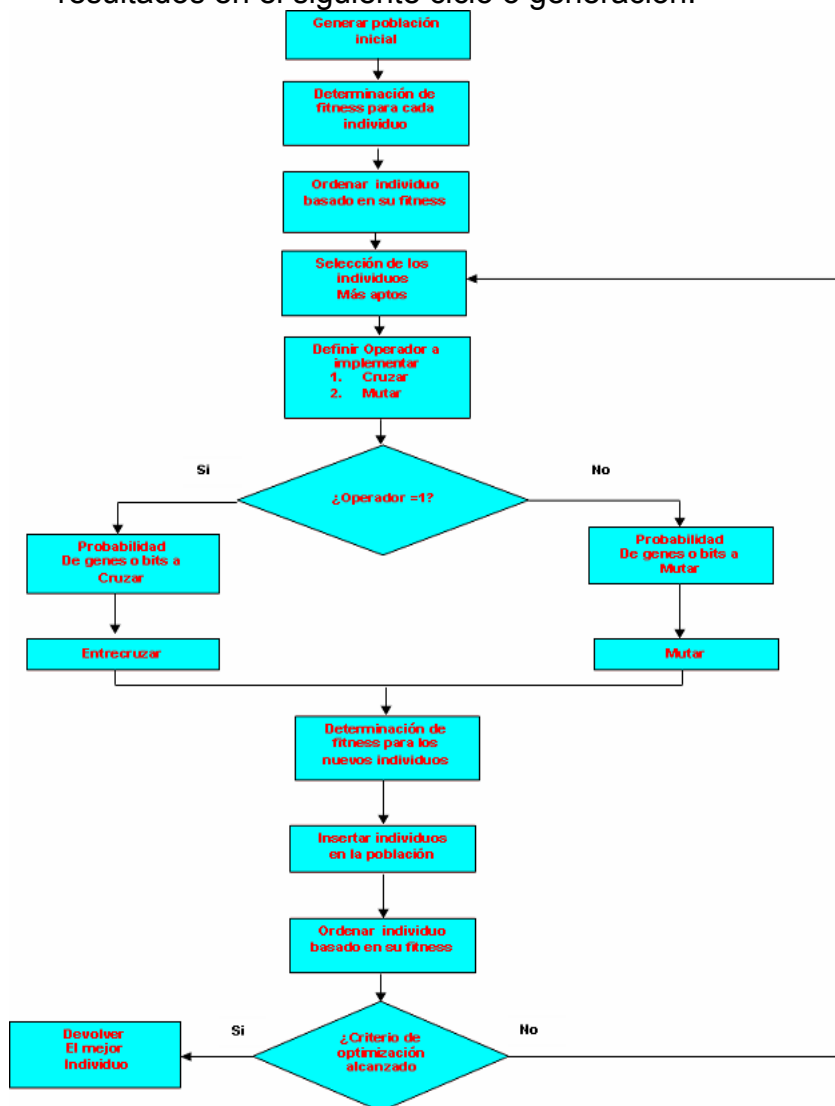


Figura 3. Diagrama de Flujo para una implementación generalizada de un algoritmo genético.

A continuación se presenta los pasos más importantes a seguir en la construcción de un algoritmo genético.

- Representación del problema, esta puede ser por medio de una cadena de bits (unos y ceros), en donde cada bits puede representar una variable o una característica a optimizar.
- Generación aleatoria de una población de cadenas (Individuos) de la longitud apropiada. El tamaño para esta población puede variar entre 2 y 1000 ó más dependiendo del problema.
- Evaluación de la representatividad o rendimiento de cada patrón, mas comúnmente llamado "Fitness". Función de evaluación del rendimiento.
- Selección de los individuos para la nueva generación de acuerdo a su Fitness. Por ejemplo, si se clasifica la población por rendimiento y se divide en cuarteles, de cara a la nueva generación, el cuartel superior se duplicara, los cuarteles intermedios se mantendrán y el cuartel inferior será eliminado. El tamaño de la población permanecerá constante.
- Realización de cruces. Aleatoriamente se seleccionan dos individuos y un punto de cruce (posición de la cadena a partir de la que se van a intercambiar los bits). Se intercambian los bits a la derecha de punto de cruce, creando individuos modificados. La cantidad total de cruces realizados va a depender de la aplicación.
- Realización de mutaciones. Se seleccionan aleatoriamente los patrones y las posiciones sobre las que realizar la mutación. La mutación cambia un 1 por un 0, y viceversa cuando los individuos se encuentran representados en binario. La cantidad total de mutaciones dependerá también de la aplicación.
- Vuelta al paso numero 3 y comienzo del ciclo otra vez. La población tenderá a múltiple copias de una cadena que tenga un rendimiento óptimo o cercano al óptimo.

Se ha demostrado tanto en teoría como en la práctica que incluso en espacios de búsqueda muy amplios y complejos, los algoritmos genéticos pueden localizar rápidamente estructuras de conocimiento efectivas entre 50 y 100 Individuos.

Se ilustrará esta teoría expuesta con el siguiente ejercicio de optimización para un problema de análisis de decisiones de una empresa petrolera y se complementará con los siguientes capítulos en donde se realizará algunos de los problemas fundamentales generales en donde se puede implementar un algoritmo genético como lo son la aplicación para la optimización de funciones matemáticas de mas de dos variables y los problemas de combinatoria.

3.3.1 PROBLEMA DE DECISIONES PARA UNA EMPRESA PETROLERA

Un tipo de problema que se pueden resolver mediante esta filosofía de los algoritmos genéticos son los problemas en donde se debe aplicar los principios de la teoría de análisis de decisión vista en Investigación de operaciones, dicha teoría estudia los problemas de solución óptima para problemas en donde la principal pregunta es ¿hacer o no hacer?, en base a esto el algoritmo genético implementa métodos que generan un número binario en donde uno ("1") representa el hacer una acción y cero ("0") representa realizar otra acción. A continuación se presentará una implementación muy sencilla en base a este tipo de problemas en donde se tomará tan solo cinco variables de decisión.

El campo petrolero ALFA produce cerca de 10000 barriles de crudo diario, se tiene pensado explorar nuevas áreas dentro de ese mismo campo con el fin de aumentar la producción en por lo menos 4000 barriles, corriendo el riesgo de perder la inversión dado que no se encuentre más petróleo en el campo, esto implicaría la pérdida de 6000000 dólares. Por otro lado en algunos pozos se le puede invertir 80000 dólares para incrementar su producción, lo que garantizaría una succión de 50 barriles diarios de más. La planta puede proporcionar un mejor rendimiento al invertir 30000 en tecnología para aumentar la extracción de la gasolina aprovechando de una mejor forma el crudo en un 8% mas de lo actual (normalmente se extrae el 20% aprox.), finalmente la otra inversión a decidir es mejorar el sistema de transporte, para esta decisión se debe tener en cuenta que se puede tener tubería subterránea o externa, con un costo de 30000 y 15000 respectivamente. Se ha pronosticado que el campo puede tener un tiempo de vida de 5 años, el precio del barril es de 54 Dólares, y asumiremos que este campo esta destinado solo para extraer gasolina para el consumo interno del país.

NOTA: Los datos y las situaciones presentados en este problema son totalmente ficticios, pues estos tienen una gran cantidad de variables que por su complejidad se omiten, tales como el terreno, la calidad del crudo, costos de mantenimiento, variación del dólar, precio del barril, violencia en la zona, extracción y beneficio de otros productos del petróleo, etc. Los cuales son muy recomendables para una mejor implementación de este algoritmo.

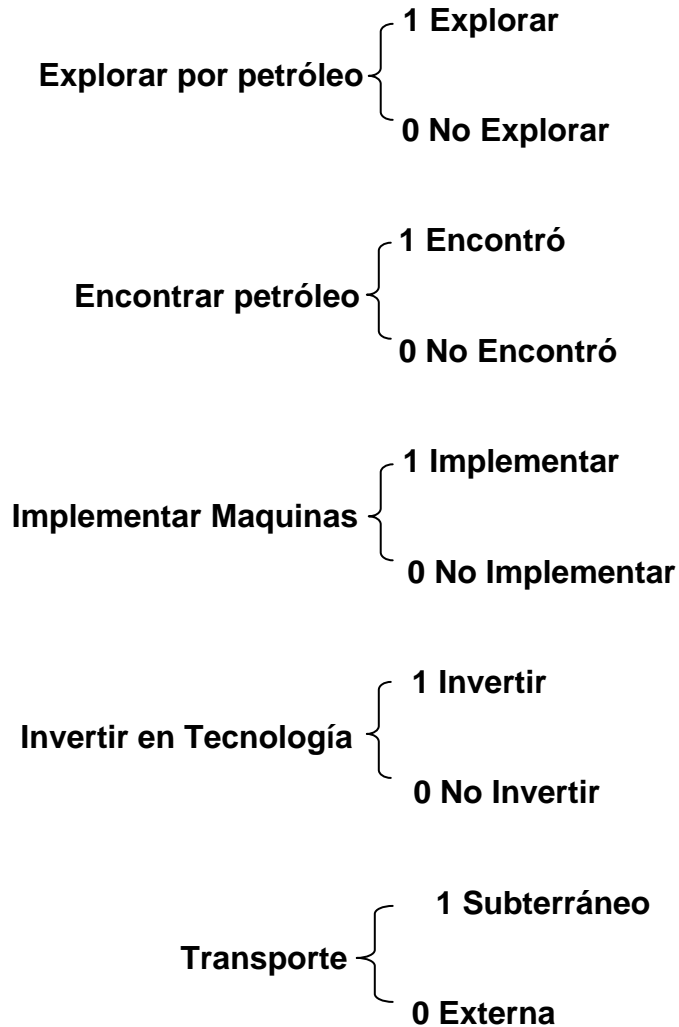
En este problema tan solo tiene cinco variables principales, pero teniendo en cuenta que según lo planteado por el problema, dos de estas pertenecen a un mismo problema global, lo que provoca la formación de un gen con dos bits, de forma que el problema se intenta resolver con 4 genes como lo muestra la siguiente grafica. Este ejemplo se puede tomar con menos genes y más bits para cada uno de ellos, dependiendo de la interacción entre ellos.

Bits 1	Bits 2	Bits 3	Bits 4	Bits 5
Explorar por	Encontrar	Implementar	Invertir en	Sistema de

Petróleo	Petróleo	Maquinas	Tecnología	Transporte
Gen 1		Gen 2	Gen 3	Gen 4

Figura 4. *Cromosoma Representativo Del Problema*

Cada uno de los bits se interpretará de la siguiente forma para la solución del ejercicio:



Una vez determinado las variables el procedimiento a seguir es la formula de obtención de la aptitud o fitness del individuo, para este problema lo podemos determinar de la siguiente forma:

Análisis Costo – Beneficio

Para el primer gen el algoritmo debe tener en cuenta las causas – efecto que

ocurren en cada uno de los casos posibles que se presentan, por ejemplo es obvio que si no se explora, no se va encontrar petróleo, por tanto no va haber ganancia ni perdida mas que un posible costo de oportunidad, pero que no se tendrá en cuenta.

Gen 1 {
 00 0 Dólares
 01 0 Dólares
 10, -6000000 dólares
 11, $4000 \cdot 365 \cdot 5 \cdot 54$ dólares

De igual forma podemos tener en cuenta las repercusiones para la decisión de invertir en maquinaria para la extracción del crudo.

Gen 2 {
 0, 0 Dólares
 1, $50 \cdot 365 \cdot 5 \cdot 54 - 50000$

Invertir en la tecnología para la mejor obtención de la gasolina, depende de lo ocurrido en las decisiones anteriores.

Gen 3 {
 0, 0 Dólares
 1 Producción crudo * $1,08 \cdot 54$

Finalmente se debe tener en cuenta que gasto es mas viable manejar en cuanto al problema del transporte.

Gen 4 {
 0, -50000
 1, -100000

Ya realizado este análisis se puede determinar que el fitness para este problema es:

$$\text{Fitness} = (\text{bits } 1 * \text{bits } 2 \cdot 4000 \cdot 365 \cdot 5 \cdot 54 + \text{bits } 3 \cdot 50 \cdot 365 \cdot 5) \cdot (\text{bits } 4 * 4/5 + 1) \cdot 54 - 50000 \cdot \text{bits } 3 - 50000(\text{bits } 5 + 1) + 6000000 \cdot (\text{bits } 2 - 1).$$

Una vez obtenido el valor de fitness se puede generar una población inicial, teniendo que cuenta que la población máxima es de 2^5 individuos, lo que hace a este ejemplo muy básico puesto que a nivel computacional bien podemos crear y trabajar con poblaciones de muchísimos mas individuos.

Se tomará una población inicial de 10 individuos ordenados en forma descendente:

Individuo	Bits 1	Bits 2	Bits 3	Bits 4	Bits 5	Fitness
1	1	1	0	1	0	38316190000
2	1	1	1	0	0	21291627500
3	1	1	0	0	0	21286750000
4	0	1	1	1	1	8719500
5	0	1	1	0	0	4827500
6	1	0	1	1	1	2719500
7	0	1	0	0	1	-100000
8	1	0	1	0	0	-1172500
9	0	0	0	0	0	-6050000
10	0	0	0	0	1	-6100000

Figura 5. Individuos seleccionados con su respectivo fitness

A los cuales se les puede aplicar la selección por actitud de 6 individuos, para cruzarlos de la siguiente forma:

Padres

Individuo 1	1	1	0	1	0	38316190000
--------------------	---	---	---	---	---	--------------------



Individuo 2	1	1	1	0	0	21291627500
--------------------	---	---	---	---	---	--------------------

Hijos

Individuo Nuevo 1	1	1	1	1	0	38325009500
--------------------------	---	---	---	---	---	--------------------

Individuo Nuevo 2	1	1	0	0	0	21286750000
--------------------------	---	---	---	---	---	--------------------

Padres

Individuo 3	1	1	0	0	0	21286750000
--------------------	---	---	---	---	---	--------------------



Individuo 4	0	1	1	1	1	8719500
--------------------	---	---	---	---	---	----------------

Hijos

Individuo Nuevo 3	1	1	1	0	1	21291577500
--------------------------	---	---	---	---	---	--------------------

Individuo Nuevo 4	0	1	0	1	0	-50000
--------------------------	---	---	---	---	---	---------------

Padres

Individuo 5	0	1	1	0	0	4827500
--------------------	---	---	---	---	---	----------------



Individuo 6	1	0	1	1	1	2719500
--------------------	---	---	---	---	---	----------------

Hijos

Individuo Nuevo 5	0	1	1	0	1	4777500
-------------------	---	---	---	---	---	---------

Individuo Nuevo 6	1	0	1	1	0	2769500
-------------------	---	---	---	---	---	---------

De esta forma se ha entrecruzado los 6 mejores individuos obteniendo un presunto mejor individuo, que dice que la mejor inversión es Explorar, encontrar petróleo, invertir en tecnología de extracción y tratamiento del crudo, e invertir en transporte externo.

Para la mutación se podría implementar una mutación por gen a algún individuo:

Individuo	1	1	1	1	1	38324959500
-----------	---	---	---	---	---	-------------



Individuo Mutado	1	1	1	1	0	38325009500
------------------	---	---	---	---	---	-------------

Para mejores resultados generalmente se asigna una probabilidad de ocurrencia a cada gen para mutar, de tal forma que hallan más posibilidad a tender a mejorar.

3.4 EJEMPLO DE OPTIMIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN 3D

Los algoritmos genéticos tienen diversas aplicaciones en los diferentes campos de la ciencia, entre ellos el más común ha sido la solución de problemas de optimización por su eficiencia y confiabilidad. Sin embargo, para su implementación se debe tener en cuenta que el algoritmo debe contar con un espacio de búsqueda, debe poder definir una función de aptitud y debe ser relativamente fácil de implementar en la computadora.

El presente ejemplo trata de, dada la función $f(x, y) = 7 \sin(x - 5) + \sin(2y + 2)$, encontrar el min. $\{f(x, y) / x \in [-0.5, 4], y \in [4, 8.3]\}$. Este ejemplo muestra una implementación básica para minimizar una función del espacio tridimensional, es decir, se pretende hallar los valores de "x" y "y" de tal forma que $f(x, y)$ sea el valor más pequeño que se encuentre dentro de los intervalos dados.

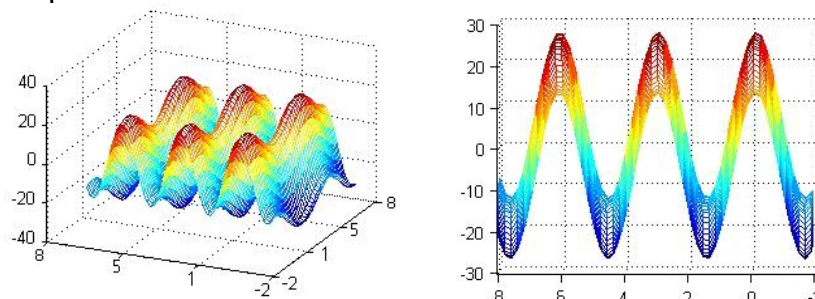


Figura 6. Grafica proporcionada por MATLAB 6.1 de la función a optimizar

3.4.1 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO GENÉTICO

Para la realización de este problema se puede replantear los intervalos en que van a trabajar el algoritmo de la forma $\{f(x, y) \mid x \in [-0.5, 4], y \in [4, 8.3]\}$, debido a la observación previa realizada por medio de la grafica, de esta forma se puede obtener que la implementación sea mas rápido en converger a la respuesta, con esto se cumple la primera parte fundamental para su realización del algoritmo tal y como se indica en el tema de implementación.

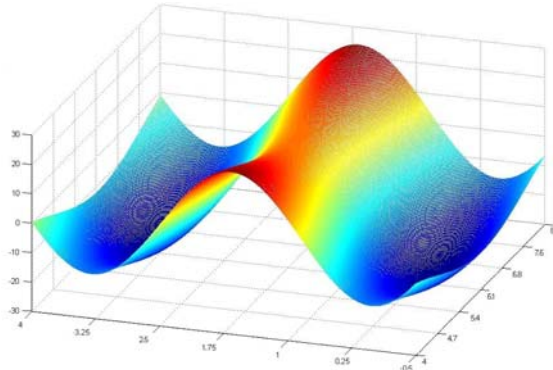


Figura 7. Grafica Representativa en el intervalo a evaluar

3.4.2 DATOS DE ENTRADA

Es muy importante tener bien definido los datos de entrada, se recuerda que los datos principales en esta serie de problemas son: El tamaño de la población inicial, el tamaño para la muestra de los individuos a seleccionar y el rango de los intervalos de las variables dadas.

Por cuestiones de agilidad en el proceso y teniendo en cuenta que la aplicación ha sido realizada en ambiente web se ha implementado una población inicial pequeña de 40 individuos de los cuales los 20 mejores serán elegidos para su posterior reproducción.

Luego de haber definido la población inicial y de muestra, debemos definir la formación del cromosoma de cada individuo, para esto debemos tener en cuenta el número de variables que intervienen en el problema, para este caso se tiene que solo la variable "x" y la variable "Y" representan la base para la obtención del mínimo, por tanto serán estas variables las que se codificaran y se llamaran gen X y gen Y. Una vez definidas se evaluará la precisión de las variables con el objetivo de determinar el tamaño del cromosoma a implementar, de forma que le permita al algoritmo encontrar dentro de los intervalos dados los números que mejor consiga optimizar la función y estos números tendrá una tolerancia que estará definida por el número de bits del cromosoma o individuo. Para este ejemplo se quiere conseguir que las variables utilizadas por el algoritmo tenga una precisión de cuatro decimales (0.0001), lo que implica la utilización de 16 bits como tamaño del

gen X y del gen Y, ¿de donde salen estas cifras?, esto se determina de forma sencilla:

Se determina la longitud del intervalo para cada uno de los genes:

$$\begin{aligned}\text{Intervalo del Gen X} &= [-0.5, 4] \\ \text{Longitud del intervalo} &= 4 - (-0.5) = 4.5 \\ \text{Intervalo del Gen Y} &= [4, 8.3] \\ \text{Longitud del intervalo} &= 8.3 - (4) = 4.3\end{aligned}$$

Los genes tenderán a tener una notación binaria en donde el máximo número provocado aleatoriamente será $2n$ y debe encontrarse en respectivo intervalo "x" ó "y", el cual para obtener la precisión de 0.0001 debe cumplir con la siguiente desigualdad:

$$\begin{aligned}\text{Longitud del intervalo} / 2n &< 0.0001 \\ 2n / \text{Longitud del Intervalo} &> 10000 \\ 2n &> 10000 * \text{Longitud del Intervalo} \\ \text{Por tanto el tamaño del gen X estará definido por:} \\ 2n &> 10000 * 4.5 \\ 2n &> 45000 \\ \text{Por tanto el tamaño del gen Y estará definido por:} \\ 2n &> 43000\end{aligned}$$

La desigualdad nos indica que para lograr una precisión de 0.0001 se debe encontrar el valor "n" que la satisfaga. Para esto la forma mas sencilla puede ser realizar una siguiente tabulación:

$$\begin{aligned}2^{14} &= 16384 \\ 2^{15} &= 32768 \\ 2^{16} &= 65536\end{aligned}$$

De esta forma se analiza que la desigualdad se satisface con $n \geq 16$, por tanto con $n = 16$ bastará para tener la precisión deseada.

Con lo anterior podemos buscar los genes de los individuos de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}X &= -0.5 + \frac{\text{Aleatorio()} * 2^{16} * 4.5}{2^{16}} \\ Y &= 4 + \frac{\text{Aleatorio()} * 2^{16} * 4.3}{2^{16}}\end{aligned}$$

Como se puede apreciar la formula pareciera presentar un error al tener $\frac{2^{16}}{2^{16}}$, pero ese termino solo es un truco matemático para asegurarse de la presencia de las decimales requeridas.

Esta notación tiene una combinación binaria-decimal y se presenta por la facilidad de trabajar con los decimales directamente, pues al utilizar binario el algoritmo

tendría que realizar el trabajo de devolverlos a decimal, lo que le implica mas tiempo innecesario de búsqueda.

3.4.3 PROCESOS DE SELECCIÓN, ENTRECruzAMIENTO Y MUTACIÓN

Ya determinados el tamaño de la población inicial, de la muestra y de los cromosomas, se procede a generar los primeros individuos identificados mediante el cromosoma compuestos por los genes X y Y, que minimice la función dada como se describió previamente.

Se determina su fitness, aptitud o capacidad de adaptación en el problema por medio de la ecuación que se quiere optimizar:

$$f(x, y) = 7 \text{seno}(x - 5) + 20 \text{sen}(2y + 2)$$

Este valor será almacenado para ordenar los individuos de acuerdo al criterio de búsqueda, para este caso se ordena en orden ascendente puesto que se quiere minimizar la función, y una vez ordenados se pueden obtener las probabilidades individuales y acumuladas de cada uno de los individuos teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$prob_{Individuo(i)} = \frac{fitness_{individuo(i)}}{\sum_{j=1}^n fitness_{individuo(j)}}$$
$$prob_{Acumulada(i)} = \frac{\sum_{j=1}^i fitness_{individuo(j)}}{\sum_{j=1}^n fitness_{individuo(j)}}$$

Obtenidos los datos anteriores se aplica algún método de selección para obtener una muestra de los mejores individuos con los cuales se realizará la reproducción de los nuevos individuos.

SELECCIÓN

El método de selección implementado es el conocido método de ruleta. Dado que tenemos una probabilidad de cada individuo y esta fue dada por el orden en que se encuentra se puede apreciar que las de mejor fitness, para el caso menor valor, tienen menor probabilidad acumulada por tanto al generar un numero aleatorio entre 0 y 1 tendrá mayor probabilidad de ser cruzado escogiendo los individuos cuya probabilidad acumulada sea menor al numero aleatorio generado. De forma que podemos formar un individuo:

Individuo i:

$$X = 1,301782294$$

$$Y = 0,96352804$$

Ahora se puede hallar el fitness de la forma siguiente:

$$fitness = 7seno((1,30782294) - 5) + 20sen(2(0,96352804) + 2)$$

$$fitness = -10,4807611$$

Ahora asuma que este es el mejor individuo encontrado durante una de las generaciones y que la sumatoria de los fitness de todos los individuos es de 450. Con estos datos se puede establecer una probabilidad de selección igual a:

$$prob_{Individuo(i)} = \frac{fitness_{individuo(i)}}{\sum_{j=1}^n fitness_{individuo(j)}}$$

$$prob_{Individuo(1)} = \frac{|-10,4807611|}{450} = 0,0232905802222 = prob_{Acumulada(1)}$$

Por ser el mejor individuo en la generación la probabilidad acumulada es igual a la del individuo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la selección del individuo se realizará a través de la probabilidad acumulada que para este individuo será de 0.0232905022.

ENTRECRUZAMIENTO

Para este procedimiento existen varios métodos como se ha mencionado en las lecturas previas, para este ejemplo se hace el llamado cruce básico, en donde el punto de cruce es el supuesto bits 16 recordando que es el tamaño del gen X. Una vez seleccionado el individuo a cruzar se intercambia esos primeros 16 bits, el gen X, con los de otro individuo escogido aleatoriamente.

En este método también se hace lo mismo con los 16 bits sobrantes, gen Y, de tal forma que el individuo se desase para formar otro, es decir por ejemplo que si tenemos:

(1X)(1Y)
 (2X)(2Y)
 (3X)(3Y)
 (4X)(4Y)

Se cruzan y se convierte en

(4X)(3Y)
 (3X)(4Y)
 (2X)(1Y)
 (1X)(2Y)

Pero este ejemplo solo intercambia los primeros 16 bits, gen X, del individuo de tal forma que reproducen nuevos individuos de la siguiente forma

(3X)(1Y)
(4X)(2Y)
(1X)(3Y)
(2X)(4Y)

Por ejemplo:

Individuo 1 $X = 4,7461927$ $Y = 0,76479843$ $fitness = -9,32447237$

Individuo 2 $X = 1,62877399$ $Y = 1,61290407$ $fitness = -15,8280614$

Ahora se entrecruzan los genes X creando los siguientes individuos

Individuo 1 $X = 1,62877399$ $Y = 0,76479843$ $fitness = -5,97349099$

Individuo 2 $X = 4,7461927$ $Y = 1,61290407$ $fitness = -19,1790428$

Como se puede ver, se consiguió un mejor individuo, pero también se desmejoró el peor, lo que deja prever que este último seguramente se eliminará en la próxima selección. De esta forma el algoritmo tenderá a mejorar la aptitud de los individuos hasta llegar al óptimo para la solución.

MUTACIÓN

Este proceso le permite al algoritmo genético mejorar el nivel de optimización de los individuos, para el ejemplo expuesto solo se muta el mejor individuo que resulte después del proceso de entrecruzamiento.

La mutación se realiza obteniendo números mas cercanos al óptimo que complazca mejor la función para su optimización. Esto se generando números bastante cercanos al mejor individuo de forma que no se realicen cambios bruscos que desmejore el individuo más apto.

Por ejemplo:

Tenemos el individuo

$GenX = 3,723094173$

$GenY = -1,89458659$

$Fitness = -26,2248765$

Para mutar podemos variar un poco los genes así:

$$GenX = 3,723194173$$

$$GenY = -1,89408659$$

$$Fitness = -26,2289969$$

De esta forma se consigue cambiar el individuo muy sutilmente para que su fitness no cambie bruscamente.

3.5 EJEMPLO PARA AJUSTE A LA FUNCIÓN $AX + B$

Ajustar una curva implica que dada una función $f(x)$ y un conjunto de datos (x_i, y_i) , se debe encontrar los coeficientes de $f(x)$ de tal forma que la función logre describir una curva lo mas cercano posible a dichos datos, teniendo en cuenta que $f(x)$ puede ser un polinomio, una función no lineal o una combinación lineal de funciones conocidas.

3.5.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Por medio de este ejemplo se pretende ajustar una función lineal a un conjunto de cuatro puntos encontrados en el plano xy , teniendo en cuenta los intervalos en que se mueve los coeficientes a y b.

3.5.2 APLICACIÓN DEL ALGORITMO GENÉTICO

La implementación del algoritmo genético en los problemas de ajuste lineal tiene un comportamiento similar a cualquier optimización tales como la maximización ó minimización de una función, ó la solución de ecuaciones simultáneas lineales y no lineales. Sin embargo, en el presente ejemplo el cálculo de su fitness y la forma de hallar las probabilidades para la selección de los individuos varían un poco.

3.5.3 ENTRADAS

Para la implementación del algoritmo se debe tener el tamaño de la población inicial, el tamaño de la población de muestra, el intervalo en el que se debe encontrar el individuo y el número de bits para el cromosoma teniendo en cuenta que queremos obtener una precisión de por lo menos 4 cifras.

De igual forma que el ejemplo de minimización, el tamaño de los cromosomas (tc) los podemos determinar estableciendo el máximo rango de los individuos, para este caso tomaremos al coeficiente a de 0 a 5 y el coeficiente b entre -3 y 3. Así que $2^{tcA-1} < 5*10000 < 2^{tcA}$, por tanto tcA cumple con 16 bits. De igual forma podemos determinar el tcB= 16.

3.5.4 PROCESO DE SELECCIÓN, ENTRECruzAMIENTO Y MUTACIÓN

Antes de comenzar con el proceso de selección debemos crear una población inicial, la población será creada de igual forma que el primer ejemplo.

$$X = 0 + \frac{\text{Aleatorio()} * 2^{16} * 5}{2^{16}}$$

$$Y = -3 + \frac{\text{Aleatorio()} * 2^{16} * 6}{2^{16}}$$

Una vez creada la población inicial podemos determinar el fitness de cada uno de los individuos, para este ejemplo el fitness se halla teniendo en cuenta el nivel de ajuste que tiene la curva con respecto a cada uno de los puntos.

$$\text{Fitness1} = (a_j * x_1 + b_j) - y_1$$

$$\text{Fitness2} = (a_j * x_2 + b_j) - y_2$$

$$\text{Fitness3} = (a_j * x_3 + b_j) - y_3$$

$$\text{Fitness4} = (a_j * x_4 + b_j) - y_4$$

$$\text{Fitness} = |\text{Fitness1}| + |\text{Fitness2}| + |\text{Fitness3}| + |\text{Fitness4}|$$

Ahora se debe encontrar el algoritmo genético que minimice el fitness de los individuos.

SELECCIÓN

El proceso de selección para este ejemplo se realiza a través de los siguientes pasos:

- Hallar la suma de los inversos de los fitness para los individuos muestrales.

$$\sum_{j=1}^n \frac{1}{\text{fitness}(j)}$$

- Hallar la probabilidad de los individuos dada por:

$$\text{prob}_{\text{individuo}(i)} = \frac{1}{\text{fitness}(i) * \sum_{j=1}^n \frac{1}{\text{fitness}(j)}}$$

- Hallar la probabilidad acumulada de cada individuo:

$$\text{prob_Acum}_{\text{individuo}(i)} = \text{prob_Acum}_{\text{individuo}(i-1)} + \text{prob}_{\text{individuo}(i)}$$

- Generar un número aleatorio entre 0 y 1, para de esta forma escoger los individuos cuya probabilidad acumulada sea menor al número aleatorio generado.

ENTRECruzAMIENTO

Este proceso implementa el método de cruce básico, en donde se genera un número aleatorio para escoger los individuos a entrecruzar, estos individuos intercambian su gen B como se muestra a continuación.

Individuo 1 $A = 3,90796389$ $B = 0,38328149$ $fitness = 8,01765558$

Individuo 2 $A = 1,64919711$ $B = 0,85726386$ $fitness = 4,94606458$

Intercambiamos los genes B:

Individuo 1 $A = 3,90796389$ $B = 0,85726386$ $fitness = 3,27783189$

Individuo 2 $A = 1,64919711$ $B = 0,38328149$ $fitness = 1,98647262$

En esta nueva generación se encontró un mejoramiento de ambos individuos, lo que ayudará a un convergimiento del algoritmo más rápido hacia un óptimo satisfactorio.

MUTACIÓN

La implementación de la mutación es implementada de igual forma que en el algoritmo utilizado para la minimización de una función, para recordar, se tiene que una vez encontrado un posible óptimo como resultado de los cruces en las generaciones realizadas, este individuo se mutará cambiando levemente sus genes de forma que no sufran cambios bruscos que lo dañen.

A continuación un ejemplo practico de lo que se podría presentar.

Individuo $A = 0,93835749$ $B = 0,13933131$ $fitness = 0,65265515$

Individuo Mutado $A = 0,93835749$ $B = 0,05933131$ $fitness = 0,34652235$

La mutación se realizo en el gen B, se describe un cambio en cierta forma brusco pero que de igual forma repercute en el individuo reduciendo la capacidad de reproducción.

3.6 AGENTE VIAJANTE

Otro de los campos de participación para los algoritmos genéticos es la optimización en problemas de combinatoria y uno de los problemas más representativos de este tema es el llamado Agente Viajante. El problema se dice que nace de la necesidad de recorrer 534 ciudades de estados unidos en el menor tiempo posible, pero por la capacidad del lenguaje utilizado el presente ejemplo tiene la capacidad de encontrar la ruta mas corta hasta para 50 ciudades, pero se puede apreciar que el algoritmo lo puede lograr con tan solo 4 individuos como

población inicial, lo que implica una diferencia significativa en los dos primeros ejemplos en donde se necesitan una población inicial de 120 individuos y aun así el algoritmo puede quedar corto para la precisión de la respuesta.

3.6.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Encontrar la ruta mas corta entre n ciudades de tal forma que nunca se vuelva a pasar por una misma ciudad y describa un circuito que termine en la ciudad que se comenzó.

3.6.2 IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO GENÉTICO

La implementación del algoritmo genético para este problema varía con respecto a los dos primeros en que el cromosoma de los individuos no son cadenas de bits, sino que se da por un número que representa a cada ciudad de tal forma que se encontrará cromosomas como 1234561 o 1432561, en donde se da el orden en que el agente viajante hace el recorrido de las ciudades.

Para la primera aplicación el algoritmo se plantea con una cantidad de ciudades igual a seis (6), y una población inicial de 20 las cuales serán las mismas para tomar la muestra. En este ejemplo solo se aplican los operadores de selección y entrecruzamiento sin ordenar los individuos, de tal forma que se puede apreciar como el entrecruzamiento logra reproducir un nuevo individuo con mejor fitness o por lo menos con el peor fitness de los padres y a partir de ahí se puede lograr mejores individuos al ser ordenados y mucho mejor al ser mutados.

La segunda aplicación muestra el entrecruzamiento con los individuos ordenados y permite realizar mutaciones para obtener la mejor respuesta que recorre esos seis puntos, de igual forma que la primera aplicación también permite modificar la población inicial y esta población debe estar entre 2 y 20 individuos. Se considera de esta manera dado que si generamos más individuos el algoritmo perdería sentido considerando que con solo 60 individuos que cumplan con las condiciones propuestas, este problema se hallaría sin tener la necesidad de implementar el algoritmo genético.

La tercera aplicación permite la introducción de puntos manualmente o automáticamente, dando la oportunidad de observar la obtención de la ruta hasta para 50 nodos con tan solo una población inicial entre 4 y 12 individuos, que es lo que se conoce como un microalgoritmo genético.

3.6.3 ENTRADAS

El desarrollo de la aplicación depende principalmente por el tamaño de la población inicial, los pesos o costos de viaje en cada una de las rutas y el número de nodos o ciudades a recorrer. Para el mejor rendimiento de la aplicación los costos de viaje son insertados en una matriz $cdv(nodo_i, nodo_j)$ que indica el costo

de viaje del $nodo_i$ al $nodo_j$.

En la creación de la población inicial se debe tener mucho cuidado para no crear individuos con cromosomas iguales y esto implica tener en cuenta que el cromosoma 1234561 es igual al 1654321, puesto que describe el mismo circuito pero en orden distinto, igualmente cromosomas como 1234561 y 2345612, y todos aquellos cromosomas en donde se pueda describir un mismo circuito. Para evitar estos casos el algoritmo siempre toma el primer nodo para empezar la búsqueda del circuito y toma un fitness dado por el costo del viaje de la siguiente forma:

$$Fitness = cdv(1,2) + cdv(2,3) + cdv(3,4) + cdv(4,5) + cdv(5,6) + cdv(6,1)$$

$$Circuito = 1234561$$

$$cdv = Costo_de_Viaje$$

A continuación se describe la metodología implementada en cada uno de los operadores genéticos.

3.6.4 SELECCIÓN

El algoritmo no utiliza probabilidades para este ejemplo, los individuos seleccionados son los mismos de la población inicial, esta es una de las principales características.

Otra de las principales características de este algoritmo es que su selección no se basa en probabilidades, simplemente se toman todos los individuos de la población inicial debidamente ordenados de forma ascendente y se reparten en dos grupos de acuerdo con la posición dada en el ordenamiento formando grupos de individuos en posición par e impar.

3.6.5 ENTRECruzAMIENTO

Al tomar n ciudades e intentar trazar un circuito con las características de este problema podemos encontrar que existen $(n-1)!/2$ posibilidades de respuestas, lo cual para un número grande de ciudades es muy complicado hallar la respuesta, pero este algoritmo genético consigue reducir rápidamente estas posibilidades a través del entrecruzamiento.

La filosofía de este proceso consiste en ya escogidos dos individuos debemos encontrar las rutas comunes y no comunes, posteriormente incluimos las rutas comunes dentro del nuevo individuo y ordenamos en orden ascendente las rutas no comunes para poderlas introducir en ese orden al nuevo individuo. A continuación un ejemplo explicará el método implementado para la creación del algoritmo.

Para un crear un circuito entre seis puntos se tienen las siguientes rutas:

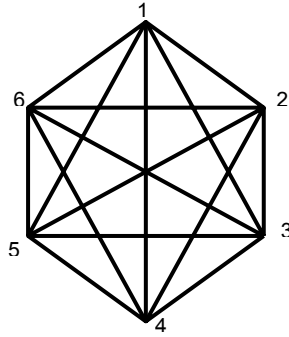


Figura 8. *Rutas posibles*

Teniendo en cuenta esto se pueden extraer dos individuos como los siguientes:

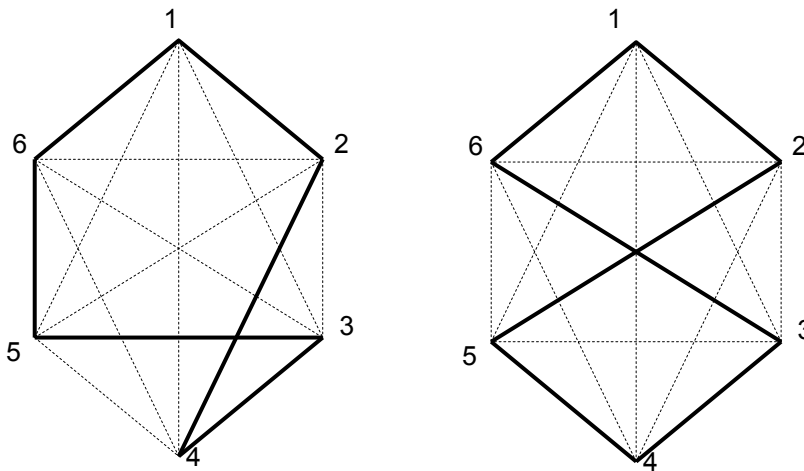


Figura 9. *Individuos a cruzar*

Estos individuos describen la ruta 1 2 4 3 5 6 1 y 1 2 5 4 3 6 1, por tanto su rutas comunes son la 1-6, 1-2 y la 3-4.

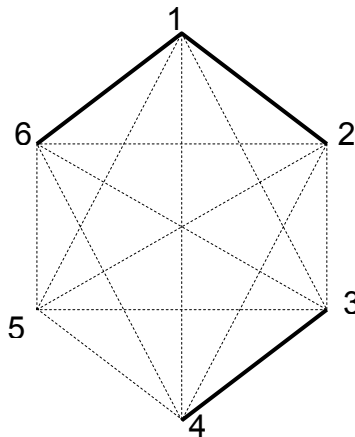


Figura 10. *Rutas comunes*

Una vez ubicadas las rutas comunes se procede a ordenar las rutas no comunes en orden ascendente. Gráficamente se puede apreciar que las rutas pueden ordenarse así: 5-6, 4-5, 3-5, 2-5, 3-6 y 2-4.

Insertamos la ruta 1-6 en el nuevo individuo apreciándose que logra encajar al no cerrar el circuito.

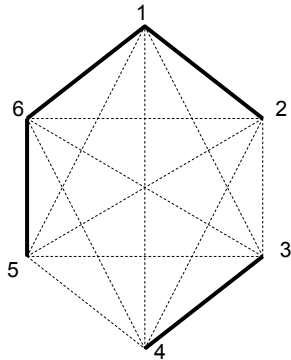


Figura 11. Primera arista no común insertada

El procedimiento anterior se puede hacer con la ruta 4-5.

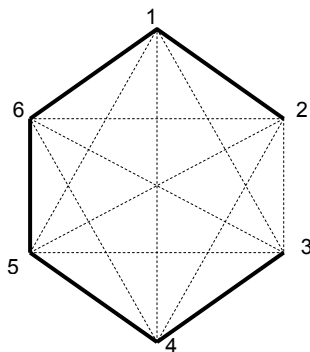


Figura 12. Segunda arista no común insertada

Al aplicar el mismo criterio con la arista 3-5 se puede apreciar que se forma el subcircuito 5 3 4 5

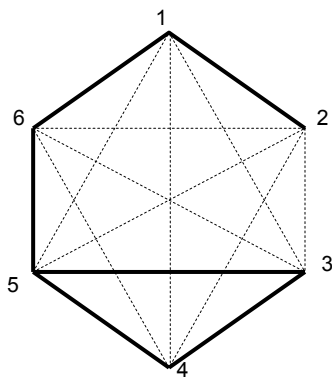


Figura 13. Arista errónea insertada

Lo anterior vuelve a ocurrir con las demás rutas no comunes, con lo que el algoritmo se obliga crear la ruta 2-3 para cerrar el circuito completo.

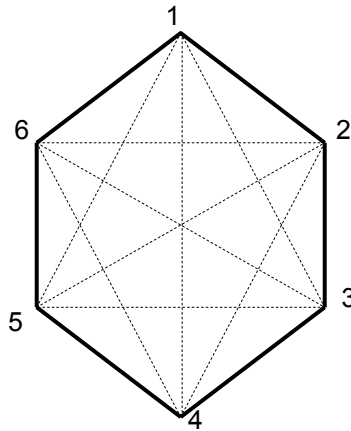


Figura 14. *Proceso de creación del nuevo individuo terminado*

3.6.6 MUTACIÓN

En este proceso todos los individuos mutan a diferencia de los problemas de optimización en donde solo mutaba el mejor. El proceso consiste en intercambiar dos rutas convenientemente tratando de encontrar un mejor circuito. Por ejemplo, se tiene el individuo 1 2 4 3 5 6 1, al mover el nodo tres antes del cuatro se consigue cambiar el individuo a 1 2 3 4 5 6 1 y se acaba de intercambiar la ruta 2 4 y 3 5 por 2 3 y 4 5 respectivamente.

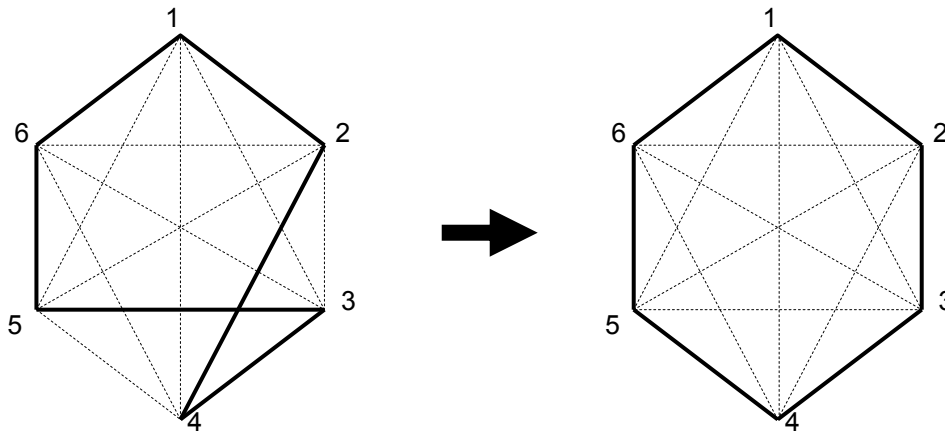


Figura 15. *Mutación de un individuo*

Como se analizó en el tutorial para la creación del algoritmo para el problema del Agente Viajante, la parte fundamental para el buen desarrollo de este es la buena implementación de operador de entrecruzamiento, es por esto que a continuación se presenta el proceso creado para lograrlo.

3.6.7 IMPLEMENTACIÓN COMPUTACIONAL DEL ENTRECruzAMIENTO

La implementación del entrecruzamiento para algoritmo genéticos de este problema comienza por la creación de una población inicial que contenga cromosomas de tamaño $n+1$, donde n es el número de nodos por donde debe pasar el agente, por ejemplo 182736451 como ya se ha dicho anteriormente en la teoría de la implementación.

Para una mejor organización en el desarrollo del problema se debe implementar una matriz $(Tp) \times (n + 2)$, donde tp es el tamaño de la población y $n + 2$ es el tamaño del cromosoma mas una posición para el valor de su aptitud, la cual será ordenada en forma ascendente, respecto a su fitness o valor de aptitud, para posteriormente dividirla en dos grupos. Los grupos se forman de acuerdo a la posición que ocupen al ordenarse la matriz, los pares integran un grupo y los impares otro.

En este algoritmo todos los individuos son seleccionados y entrecruzados. Una vez organizados en sus respectivos grupos los individuos del grupo de los impares son cruzados con los individuos pares para reproducir un nuevo individuo consiguiendo crear $tp/2$ individuos nuevos que reemplazaran los $tp/2$ peores individuos de la generación anterior.

Cada uno de los individuos tiene una matriz que describe la ruta de su cromosoma, por ejemplo, para la ruta 1 2 4 6 3 5 1, la matriz sería la siguiente:

	1	2	3	4	5	6
1	0	1	0	0	1	0
2	1	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1
5	1	0	1	0	0	0
6	0	0	1	1	0	0

Figura 16. *Matriz Representativa del individuo 1*

Esto permite al algoritmo encontrar las rutas comunes al comparar las matrices de los individuos, por ejemplo se puede cruzar el anterior individuo con el individuo de cromosoma 1 6 2 4 3 5 1, cuya matriz de ruta es:

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	1	0	1
3	0	0	0	1	1	0
4	0	1	1	0	0	0
5	1	0	1	0	0	0
6	1	1	0	0	0	0

Figura 17. *Matriz Representativa Individuo 2*

Comparando las dos matrices podemos analizar y encontrar la siguiente matriz común:

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0	0
3	0	0	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	0
5	1	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0

Figura 18. *Matriz de aristas comunes para el nuevo individuo*

Es decir que las aristas comunes son 1-5, 2-4 y 3-5. Una vez obtenidas estas aristas ordenamos las aristas no comunes en orden ascendente para ir introduciendo en la matriz del nuevo cromosoma tal y como ya se describió en el entrecruzamiento.

4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y DISEÑO

Este capítulo está destinado a presentar cada uno de los pasos realizados para la obtención de los detalles o características que debe tener el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA). Este análisis y diseño se realizó basado en el artículo publicado por Patricia Mendoza Barros y Álvaro Galvis Panqueva, "Ambientes Virtuales De Aprendizaje: Una Metodología Para Su Creación", bajo los criterios expuestos por el codirector de proyecto en su tesis de maestría y teniendo en cuenta los requerimientos dados por el director del proyecto y profesor titular de la asignatura a la cual está destinado el funcionamiento de este módulo.

Teniendo en cuenta este análisis nace la idea de este proyecto y se plasma en cada uno de los objetivos expuestos en el capítulo Descripción del Proyecto del presente libro. La etapa de análisis consistió en:

- Recolección y análisis de material bibliográfico
- Requerimientos de la interfaz
- Requerimientos del sistema

Estas etapas permitieron la elaboración del diseño de la herramienta intentando cubrir todas las necesidades de la asignatura. No obstante es importante mencionar que la creación de la herramienta no fue totalmente lineal, más bien se puede describir como un proceso constante de realimentación, en donde se prueba la estructura del contenido evaluándose constantemente y encontrando con frecuencia la oportunidad de hacer cambios.

Este proyecto está enmarcado dentro del proyecto de investigación Ambiente Virtual de Aprendizaje de Soporte a la Educación Superior (ESAVA), cuyo autor principal es el Mg. Rafael Neftalí Lizcano R. quien codirige este proyecto, en conjunto con las necesidades y la oportunidad vista por el director del proyecto Ing. Héctor Niño Quiñónez para favorecer al estudiante en el proceso de aprendizaje de la asignatura Inteligencia Artificial. Todo esto aportando actividades que facilitan la obtención de conocimientos en el área de algoritmos genéticos, teniendo en cuenta:

- El corto tiempo que se tiene para la realización de la temática de algoritmos genéticos en el periodo académico y por tanto la comprensión adecuada del tema.
- La oportunidad de tener material didáctico para la clarificación de contenidos y respaldo de lo expuestos en clase.
- La ventaja de mantener un espacio de comunicación por medio del módulo de inteligencia artificial (MIA) implementado en el servidor Cormoran de la

escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Lo que además proporciona un área para el desarrollo de posibles proyectos futuros basados en los diferentes temas de la asignatura.

- El fomento del autoaprendizaje de los estudiantes al tener un rol activo en las diferentes actividades, intercambiar información con los demás alumnos, aprovechando al máximo las bondades del ambiente virtual.
- La flexibilidad horaria y la facilidad de acceso que proporciona el ambiente por estar implementado en Web y corriendo en el servidor de la escuela, lo que permite a los estudiantes una mayor disponibilidad para el estudio del tema.

4.1 ANALISIS DE INFORMACIÓN

Este apartado está destinado para aclarar brevemente los parámetros previos para el diseño y desarrollo de la idea, haciendo una pequeña recopilación de lo expuesto en la descripción del proyecto y el marco teórico, dado que es en esos capítulos en donde se encuentra plasmada de manera más extensa lo realizado en esta fase.

4.1.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

En esta etapa del proyecto se encontró una gran variedad de material bibliográfico acerca de los algoritmos genéticos y cada uno de los pasos a seguir para su construcción, lo que permitió ver la complejidad que podría llevar la temática y por tanto la opción de solo crear un ambiente que sirva de introducción al tema, aunque dejando claro toda la capacidad que puede tener la implementación de esta temática en la optimización de problemas de ingeniería.

Toda la bibliografía se ve plasmada tanto en el marco teórico como en cada una de los contenidos realizados en los tutoriales, que son redacciones propias de los autores de este proyecto intentando desglosar las ideas principales de los diferentes artículos, textos, páginas Web y experiencias propias vividas en la realización.

4.1.2 REQUERIMIENTOS DE LA INTERFAZ

La interfaz planteada para el ambiente virtual de aprendizaje es la ofrecida por MOODLE (modular object – oriented Dynamic Learning Environment), esta fue determinada por los directores del proyecto por su capacidad en promover una pedagogía constructivista. MOODLE permite la creación de foros, chat's, talleres, cuestionarios, en otras actividades que permiten fomentar en el estudiante

reflexiones críticas, colaboración con los demás integrantes del grupo y una visualización de los avances del estudiante por parte del profesor; entre otras características descritas en el marco teórico y por las cuales fue propuesta para el presente proyecto.

Como complemento en la interfaz el codirector¹ propuso implementar plantillas propias para la creación de los contenidos o tutoriales explicativos de los principales temas, las cuales son implementadas en los paquetes SCORM.

4.1.3 REQUERIMIENTOS DE LA HERRAMIENTA

La herramienta deberá utilizar al máximo las opciones que la plataforma MOODLE ofrece, tales como foros, glosarios, chat's, encuestas, consultas, y cuestionarios debido a la interactividad que se le proporciona al estudiante con la plataforma, lo que le permitirá una mayor comprensión del tema. Además de ser complementado por medio de contenidos temáticos envueltos en paquetes SCORMs que estarán acompañados con ilustraciones como imágenes tanto planas como animados y aplicaciones explicadas paso a paso de manera muy concisa e ilustrativas para ejemplarizar el tema.

4.2 DISEÑO Y DESARROLLO

Basado en el análisis realizado al material bibliográfico de los algoritmos genéticos y lo planteado en el libro tesis de maestría del codirector¹⁸ del proyecto, este se encuentra dividido en tres partes principales y cada una de estas desprende varios subtemas:

- Una presentación de bienvenida e introductoria al Curso.
 - Título de bienvenida
 - Beneficios obtenidos al realizar el curso.
 - Actividades iniciales.
 - Mensaje de motivación.
 - Presentación del docente.

- Desarrollo de las unidades didácticas.
 - Conceptualización y documentación
 - Realización de actividades
 - Evaluación final

- Evaluación del Curso

¹⁸ Codirector del proyecto: LIZCANO REYES, Rafael Neftaly, Ingeniero de sistema, magíster en informática

4.2.1 BIENVENIDA E INTRODUCCIÓN AL TEMA

El ambiente proporciona un espacio que como su nombre lo indica, muestra un breve resumen en donde se bosqueja una idea muy global de la temática del curso proporcionando interés para el estudio del tema, detalla algunas generalidades de la hoja de vida del profesor, y contiene algunas actividades para obtener información del estudiante con respecto al tema y a su experiencia dentro de los cursos virtuales.

Título de Bienvenida

Es una frase expresiva para dar bienvenida a los estudiantes interesados en el curso, puede parecer irrelevante dentro del contexto de la construcción del curso pero esta frase tiene como objetivo motivar y capturar el interés del estudiante a seguir leyendo la presentación, es la primera imagen que deberá ver tan pronto abra el ambiente virtual.

Beneficios Obtenidos Al Realizar El Curso

La presentación debe mostrar un mensaje que describa los objetivos alcanzados al culminar el curso, permitiendo observar al estudiante lo que será capaz de desarrollar con este curso y por ende estimularle a obtener dichas metas.

Actividades Iniciales

Se deberá implementar algunas actividades preliminares que permitan a cada estudiante la integración con el grupo y con el ambiente de aprendizaje mismo, de forma que el individuo pueda expresar ideas como lo que espera del curso, que experiencia tiene con ambientes virtuales, además de cualquier otro tipo inquietud, experiencia, inconvenientes o pensamientos que lo perturbe sin importar que tenga necesariamente que ver con el tema del curso en sí, teniendo en cuenta que su objetivo es integrar al grupo.

Mensaje de Motivación

Como se puede apreciar la presentación no es más que una introducción que tiene como propósito despertar el interés de los estudiantes tanto en el uso de las opciones que ofrece el ambiente como también en el tema a estudiar en el curso. Y que mejor forma que expresarle al estudiante palabras motivadoras que lo persuadan para participar inmediatamente en la exploración del curso y la realización de cada una de sus actividades.

Presentación del docente

Otra forma de estimular al estudiante es dándole a conocer una pequeña información sobre el docente a cargo, aunque se recomienda que la redacción sea

amena y descomplicada para crear confianza con el docente, este proyecto opta por describir la hoja de vida de una manera más formal; dejando en claro en nivel de estudio del profesor y su manejo en el tema.

4.2.2 DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

Esta parte del ambiente virtual se puede describir como el cuerpo fundamental del mismo, debido a que este comprende todos los contenidos, ilustraciones, aplicaciones, referencias, realimentaciones temáticas, y evaluaciones del curso; por medio del cual los estudiantes realizarán las respectivas actividades para la comprensión del tema y por ende evaluarán el nivel de aceptación que le puede producir al grupo teniendo en cuenta el aprendizaje obtenido.

Conceptualización y documentación

El tema de los algoritmos genéticos presenta una temática extensa debido al auge y los buenos resultados presentados en problemas de optimización y mas aun teniendo en cuenta que cada desarrollo nuevo aporta nuevas forma o metodologías de implementación, pero debido a que este ambiente esta dirigido principalmente como soporte o complemento a la clase presencial de la asignatura de inteligencia artificial y el corto tiempo que se tiene para extraer los principales conocimientos de este, el presente proyecto se encuentra dividido en tres unidades didácticas las cuales documenta los aspectos mas relevantes en el conocimiento y construcción de un algoritmo genético. El Ambiente comienza mostrando una pequeña introducción histórica que refleja el porque el nombre de esta teoría, los principales precursores a través del tiempo, y las características y conceptos fundamentales de la temática. El segundo tema importante del curso son lo operadores genéticos en los cuales se centra el ambiente en describir de forma amena las metodologías mas comunes para cada uno de estos operadores, y finalmente se termina con tres implementaciones pequeñas, cuya documentación tiene como propósito la completa comprensión para la reconstrucción, propia del estudiante, de la aplicación, dejando en claro el fácil manejo y el porque la aceptación de la teoría. Para cada una de las unidades se proporciona una serie de documentos propiamente redactados y sus respectivas referencias bibliográficas, asimismo la documentación presenta imágenes planas y animadas que muestran en forma detallada cada uno de los procesos o metodologías que describe la documentación.

Realización de Actividades

El estudiante deberá desarrollar una serie de actividades que le permita evidenciar las capacidades adquiridas por medio de cada una de las unidades didácticas, para esto el ambiente le debe proporcionar un espacio para realizar informes con sus propios conceptos, resolver cuestionarios, dar aportes y participar en discusiones.

Evaluación

Este proceso cambia un poco en su sentido tradicional, en este AVA el estudiante será evaluado por medio de la observación sistemática del desempeño de los estudiantes, y el análisis de trabajos y actividades diferentes a las realizadas como exámenes. Este tipo de evaluación implica una permanente y atenta mirada del maestro de la consulta a los registros.

Para el logro de una evaluación adecuada tendremos en cuenta los siguientes parámetros¹⁹:

- La configuración de eventos en los que el estudiante deba conocer opiniones, analizar situaciones, discutir y argumentar perspectivas. Ejemplo: Discusiones en los foros temáticos.
- Diseño de actividades, trabajos y ejercicios en los cuales el estudiante manifieste sus habilidades y destrezas al mismo tiempo que los percibe como retos interesantes para su formación. Ejemplo: Búsquedas de información, elaboración de síntesis y mapas conceptuales.
- Diseño de instrumentos en los que el estudiante, mediante la reflexión sobre sus propias prácticas, consigne sus métodos para estudiar, el manejo que hace del tiempo y del espacio, la búsqueda de material informativo, los distintos conceptos en relación con el currículo. Ejemplo: los portafolios virtuales de evidencias.
- Desde el inicio mismo del proceso el estudiante deberá conocer cuáles son los resultados de aprendizaje que debe alcanzar, cuál es la competencia a lograr, cuáles son las actividades que deberá realizar para mostrar la conquista de esa competencia y cuáles son los indicadores del maestro para establecer si ha llegado o no a lo deseado. Si las competencias esperadas y sus indicadores han sido establecidos con claridad, la asignación de la calificación no tiene mayores problemas. Los inconvenientes se presentan cuando esos elementos son difusos. Allí se origina el malestar de los estudiantes y el sentimiento de arbitrariedad, la pregunta ¿de dónde salen estas notas?

4.2.3 EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA

Se trata de un espacio destinado exclusivamente para que los estudiantes participen opinando en que tan bueno le parece el ambiente y que posibles mejoras se pueden implementar en la herramienta,

¹⁹ Parámetros: los parámetros a que se hace referencia fueron dados por el codirector del proyecto y se encuentran expuestos en su libro tesis de maestría Ambiente Virtual De Aprendizaje De Soporte A La Educación Superior, Es-Ava.

4.3 INTERACCION ENTRE EL ESTUDIANTE Y EL AMBIENTE

Para una mejor explicación de este aspecto importante dentro de la construcción del ambiente se utilizaron los diagramas de casos de usos del lenguaje de Modelado Unificado UML para los dos principales actores, profesor y alumno, de forma que se pueda visualizar, especificar y documentar mejor esta parte del Módulo o Ambiente de Aprendizaje.

4.3.1 EL ESTUDIANTE

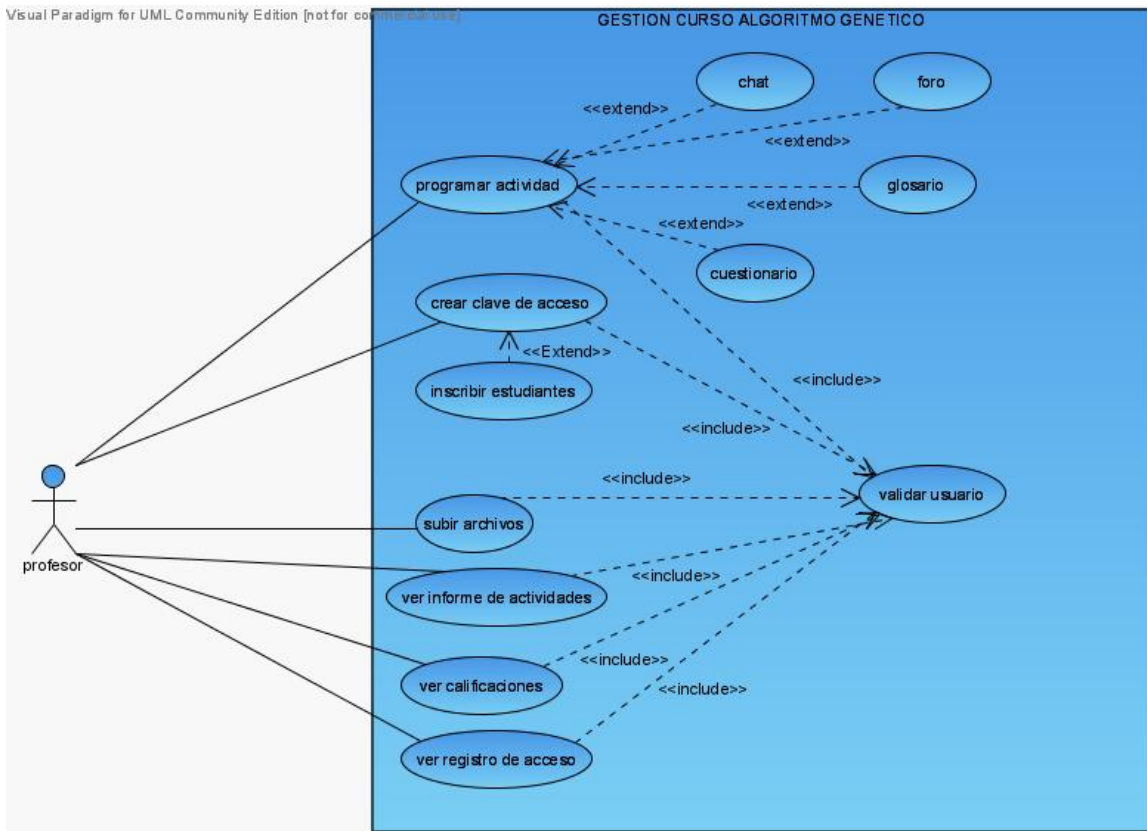


Figura 19. Caso de Uso del estudiante

- **Crear perfil:** el estudiante ingresa todos sus datos personales incluyendo una foto y una pequeña descripción de su personalidad que quiera mostrar a los demás. Para la creación del perfil del estudiante Moodle verifica la cuenta de correo electrónico y para matricularse en el curso Moodle verifica la contraseña de acceso.
- **Desarrollar actividad:** el estudiante puede desarrollar actividades planteadas por el profesor. Algunas de las cuales son:
- **Foro:** en esta actividad los estudiantes pueden hacer debates de un tema que el profesor proponga o tema de interés referente al curso.

- **Chat:** es claro que esta actividad permite la comunicación en línea por eso los estudiantes deben tener en cuenta las reglas de etiqueta.
- **Glosario:** esta actividad permite que los estudiantes puedan agregar conceptos y palabras claves con respecto al curso.
- **Cuestionario:** en este espacio el estudiante desarrollara un cuestionario diseñado y planteado con una serie de preguntas de opción múltiple, y ver su calificación obtenida al terminar la actividad.
- **Ver archivos subidos por el profesor:** el estudiante puede ver los contenidos que el profesor ponga a su disposición en la plataforma, los cuales pueden estar en diferentes formatos.
- **Ver contenido del curso:** es aquí donde el estudiante puede observar los tutoriales que contiene el curso y se explican en detalle mas adelante.
- Se debe tener en cuenta que para cualquier actividad que el estudiante desee desarrollar, la plataforma siempre comprobara su clave (validar clave de acceso).

4.3.2 EL PROFESOR

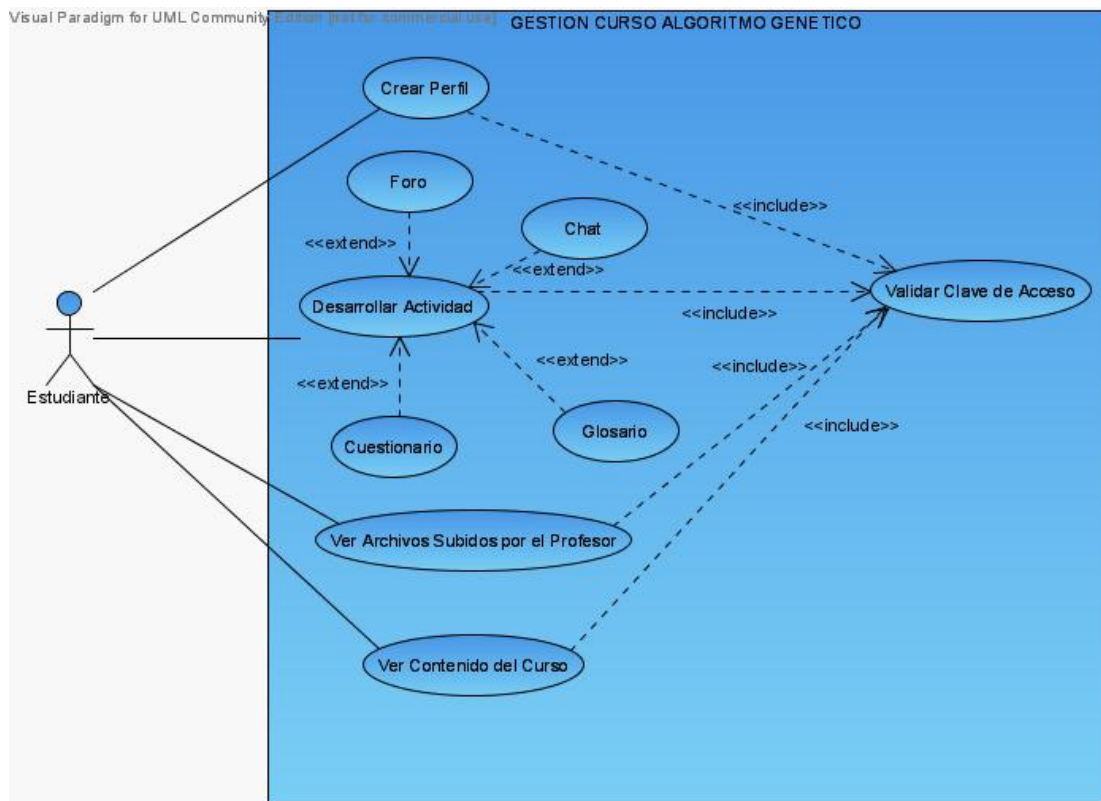


Figura 20. Caso de Uso del Profesor

- **Programar Actividad:** El profesor tiene a su disposición un conjunto de módulos de actividad de aprendizaje interactivo que puede incluir en el curso. algunos de los cuales son:
 - **Chat:** Este modulo permite comunicarse con sus estudiantes en tiempo real y permitir que entre ellos también tengan una comunicación sincrona.
 - **Foro:** El profesor puede añadir un foro donde tendrá la posibilidad de elegir entre diferentes tipos: un "debate sencillo" sobre un único tema, un "foro para uso general" abierto a la participación de todos, o uno de tipo "cada persona plantea un tema.
 - **Glosario:** El profesor puede construir esta actividad con algunos conceptos básicos y permitir a los estudiantes la creación de mas conceptos referentes al curso.
 - **Cuestionario:** Este módulo le permite diseñar y proponer exámenes o test, compuestos de preguntas de opción múltiple. Estas preguntas se mantienen clasificadas en una base de datos. Puede permitir al estudiante el intentar resolver los cuestionarios varias veces. Cada intento se califica automáticamente, y el profesor puede elegir si quiere que se muestren o no los comentarios o las respuestas correctas.
- **Crear clave de acceso:** el profesor puede restringir a otras personas el acceso al curso dando una clave de acceso a sus estudiantes. Además, puede hacer una actividad tediosa como inscribir a sus estudiantes manualmente.
- **Subir archivos:** Es posible que el profesor tenga contenidos que desee añadir al curso, tales como páginas web, archivos de audio, archivos de vídeo, documentos en formato Word, o animaciones en Flash.
- **Ver informe de actividades:** Esto le proporciona al docente una manera de ver, con registros muy detallados, lo que cualquier estudiante en particular ha estado haciendo en el curso.
- **Ver calificaciones:** puede ver a todos los estudiantes, sus calificaciones en cada uno de los ítems o actividades programadas, y la nota total de cada estudiante
- **Ver registro de acceso:** puede ver registros detallados de todos los accesos al curso teniendo la opcion de: elegir todos o un estudiante en particular, elegir la fecha de esos accesos, y actividades que fueron visitadas y/o desarrolladas.

Se debe tener en claro que para cualquier actividad que el profesor desee hacer, la plataforma verificara su clave de acceso (**validar usuario**).

4.4 DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS COMPLEMENTOS DIDÁCTICOS.

Como se ha descrito en el transcurso del libro, este proyecto presenta una serie de elementos ejemplarizantes de la temática de los algoritmos genéticos, y que se encuentran contenidas en las ya nombradas unidades didácticas. En este apartado se expondrá dichos elementos.

4.4.1 TUTORIALES

Son contenidos muy concisos de la temática propuesta de algoritmos genéticos, estos contenidos se encuentran realizados en paginas html de muy fácil navegación; se encuentran acompañados de imágenes ilustrativas animadas realizadas en Macromedia Flash 2004 como se ha nombrado en repetidas ocasiones.

Existen dos clases de tutoriales, los temáticos y los aplicativos.

Tutoriales temáticos

Estos tutoriales como su nombre lo indica muestra contenidos, estos contenidos son información mínima, introductoria y necesaria en el tema de algoritmos genéticos. Además, se encuentra enlazada con los documentos, artículos y páginas de la Web de la cual se basa la redacción; en su defecto, del libro que proporcionó la base para la composición del contenido.

El objetivo de este complemento es traer los conceptos claves de los algoritmos genéticos para poder obtener una mejor comprensión de los tutoriales aplicativos.

Estos tutoriales se encuentran estructurados de la siguiente manera:

- **Introducción:** es una breve documentación que puede ser histórica o de resumen temático acompañada de una imagen o aplicación ilustrativa al tema global.
- **Presentación de conceptos:** son los contenidos más importantes del tema, algunos acompañados con imágenes planas ilustrativas; pueden estar contenido en documentos Acrobat.
- **Referencias Bibliográficas:** un espacio especial para realizar enlaces con las páginas, documentos o libros de donde se basó la información.

Tutoriales Aplicativos

Estos expresan paso a paso todos los conceptos y aspectos pertinentes dentro de la construcción de algunas aplicaciones importantes para la teoría de algoritmos genéticos, y que se toman como ejemplos para la práctica de la teoría expuesta en los tutoriales teóricos. Estos tutoriales manejan una estructura un poco distinta

pues se basa en cada uno de los pasos a seguir para lograr la optimización de un problema por medio de algoritmos genéticos, es decir:

- **Introducción:** es una definición del problema a tratar, muestra las características y el porque se puede implementar los algoritmos genéticos.
- **Determinación de Variables:** se describe detalladamente la formación inicial para la realización del programa.
- **Generación de población inicial:** explica como deben estar creados los individuos para la resolución del problema, describiendo porque debe llevar la estructura propuesta y como se logra implementar a nivel computacional.
- **Selección de individuos:** dado que existen varias metodologías para implementar este proceso, el tutorial muestra que procedimiento se siguió, porque de su uso y como se realizo la implementación. Este proceso esta acompañado de ilustraciones que describe paso a paso el proceso que sigue la aplicación para cumplir con el proceso.
- **Entrecruzamiento de individuos:** al igual que en el proceso de selección el proceso de entrecruzamiento también describe el porque del método implementado, su uso y como se logra a nivel computacional implementar dicho método.
- **Mutación de individuos:** Cumple con las mismas cualidades de los dos procesos anteriores, intentando describir al máximo la implementación realizada para la obtención del individuo optimo.
- **Aplicación Software ilustrativa:** Estas son aplicaciones que generalmente se encuentran como ejemplos básicos para la explicación teórica del tema, este proyecto tuvo como propósito plasmarlas a nivel computacional y dentro de la plataforma Web para un mejor manejo en la ejecución del mismo, además se realizaron prototipos iniciales en donde solo muestra las condiciones iniciales, los datos numéricos obtenidos por el algoritmo
- **Conclusiones:** se describen aspectos generales de lo que se puede lograr con estas implementaciones, además de complementar con los diferentes cambios que se puede realizar para alcanzar un mejor desempeño en la obtención del individuo óptimo.

4.5 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

A continuación se expondrán los requisitos de Software y Hardware mínimos del cliente, necesarios para el correcto funcionamiento de la herramienta.

Hardware:

- Resolución mínima del monitor de 600 x 800, calidad de color mayor a 32 bits.
- Procesador mayor de 500 Mhz.
- Memoria Superior a 64 MB.

Software:

- Winrar o Winzip.
- Acrobat Reader.
- Navegador Internet Explorer 5.5 o superior.
- Plug – in Flash Placer.
- Windows 98 o superior.

5. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Ya descritas las fases de análisis y diseño donde se mostró los principales pasos preliminares para bosquejar la construcción del ambiente virtual. Se procede ahora exponer el resultado logrado en la fase de desarrollo e implementación de la herramienta realizada.

5.1 ILUSTRACIONES TEMÁTICAS

Las ilustraciones temáticas son imágenes planas o animadas que describen el contenido expuesto en los tutoriales. El módulo contiene 12 ilustraciones planas que representan diagramas secuenciales para describir los métodos principales de los operadores genéticos, el proceso de creación y la una tentativa metodológica para la implementación y desarrollo del un algoritmo genético, como ejemplo se puede ver la siguiente grafica que representa el proceso global en la creación de un AG.

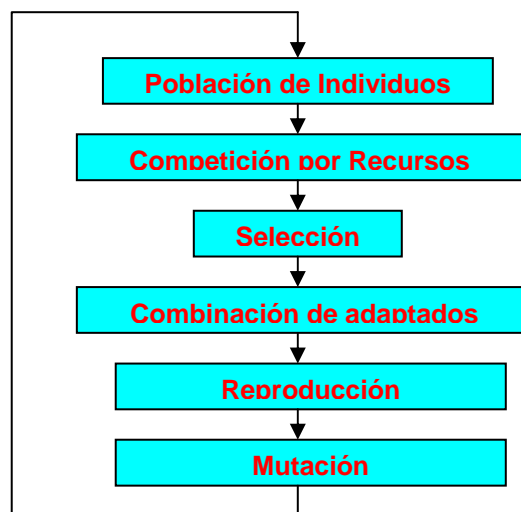


Figura 21. Imagen Plana de un Proceso AG

Entre tanto las imágenes animadas son presentaciones flash que muestran paso a paso y en forma cíclica un determinado proceso, estas animaciones tienen una mayor participación en los tutoriales aplicativos y el ambiente presenta alrededor de 16 animaciones que detallan cada uno de los métodos en los operadores implementados en cada uno de las desarrollos software realizados y explicados por medio de los tutoriales aplicativos. Uno de esos procesos es el de mutación y la animación muestra el proceso de selección e intercambio de bits para la formación de un nuevo individuo mutado tal y como se muestra a continuación.

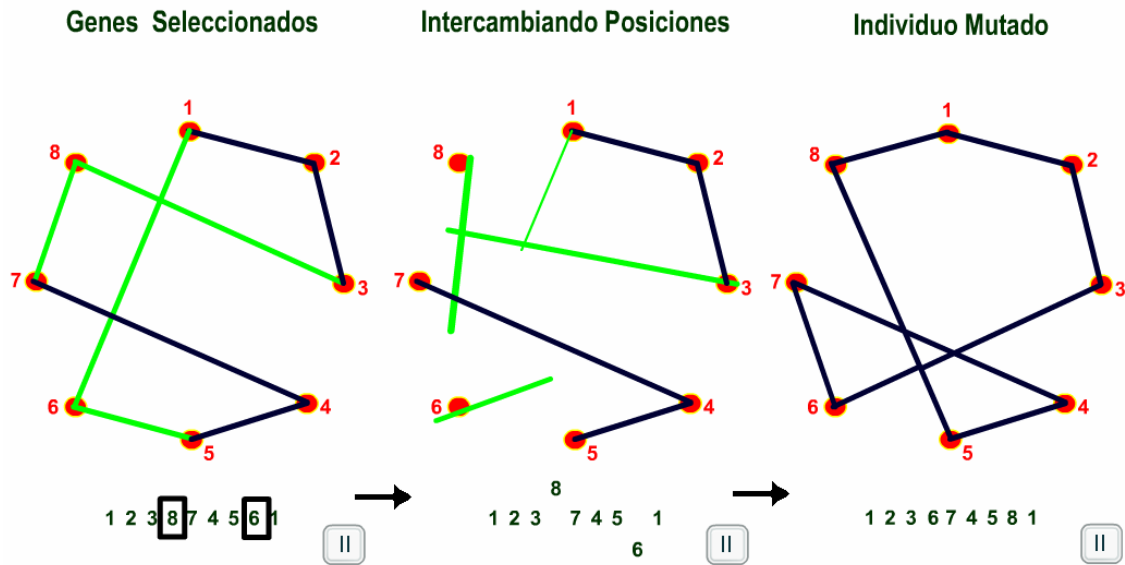


Figura 22. Imagen Animada de la mutación en el problema del Agente Viajante

5.2 EJEMPLOS APLICATIVOS

Estos ejemplos son la base fundamental de los tutoriales aplicativos, es alrededor de estas aplicaciones que gira los contenidos de estos tutoriales, y se puede describir como pequeñas aplicaciones software en ambiente Web en donde los estudiantes puede analizar cada uno de los procesos llevado a cabo por el algoritmo implementado para la solución de un problema en particular y en el que le permiten a los tutoriales mostrar el producto del proceso descrito en cada uno de los temas previos.

En el ambiente presenta seis (6) aplicativos software que ilustra tres (3) ejemplos fundamentales en el tema de optimización por medio de algoritmos genéticos, a continuación se describirán cada uno de estos ejemplos aplicativos.

5.2.1 APLICACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN EN EL ESPACIO TRIDIMENSIONAL.

El problema desarrollado con esta aplicación consiste en encontrar los puntos de "x" y "y" de forma estos obtengan el valor máximo o mínimo de una función $f(x, y)$ determinada. Para el desarrollo computacional de este ejercicio se planteó buscar el valor mínimo de la función $7 \text{ seno}(x - 5) + 20 \text{ seno}(2y - 2)$. A continuación se encuentra una imagen de la interfaz de la aplicación.

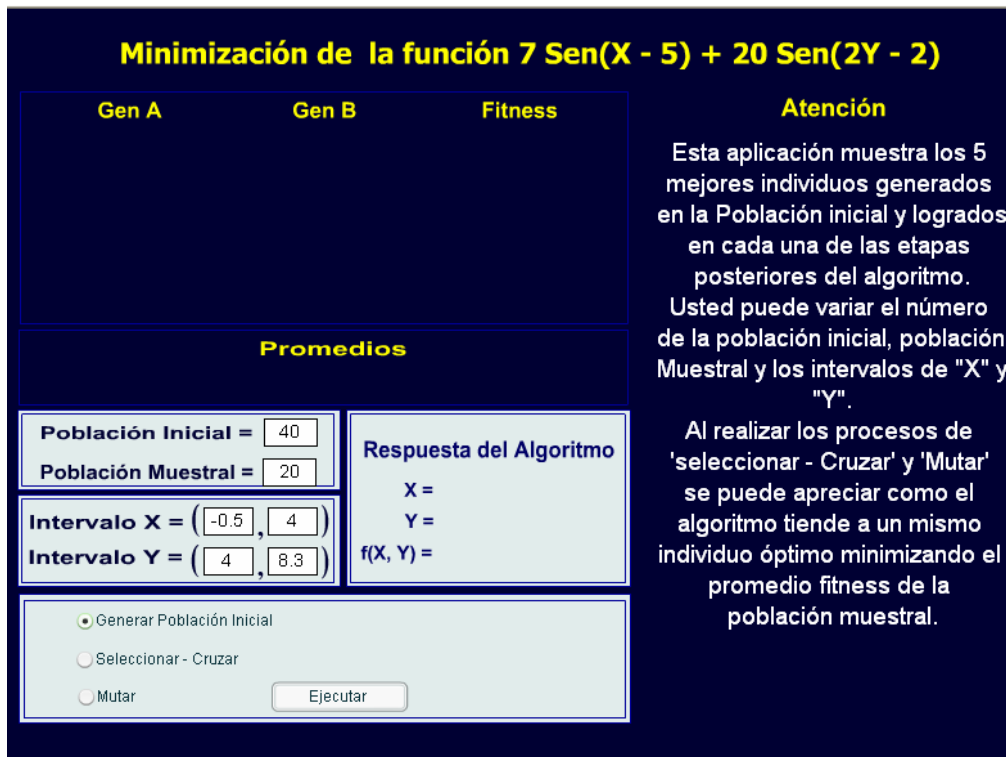


Figura 23. Interfaz de la Aplicación Minimización de una función

Como se puede apreciar la interfaz es muy sencilla, se puede ver en la parte inferior los intervalos de "x" y "y" en que se va a buscar el mínimo, la población inicial y la población muestral. Al intentar generar el individuo óptimo, la interfaz muestra la función de aptitud de los mejores individuos en cada uno de las tres generaciones y de la mutación que la aplicación implementa.

5.2.2 APLICACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA DE REGRESIÓN LINEAL ^{20*}

El problema de regresión lineal consiste en dado un número determinados de puntos en el plano cartesiano x y se debe encontrar la curva que describa una trayectoria sobre cada uno de los puntos propuestos, esta curva se ha propuesto. Para el buen desarrollo y comprensión del desarrollo del ejercicio se plantearon dos aplicaciones, La primera aplicación muestra los datos numéricos obtenidos en el desarrollo de cada una de las etapas del algoritmo, mientras la segunda aplicación da una interfaz mas grafica de un producto final que se puede alcanzar por medio la implementación de algoritmos genéticos. A continuación se presenta una imagen de la interfaz de la primera aplicación.

²⁰ Este algoritmo esta fundamentalmente basado en el código desarrollado en Qbasic tomado por el profesor Fernando Ruiz Díaz como ejemplo para la clase PNL en la escuela de ingeniería de Sistemas e informática de la Universidad Industrial de Santander.

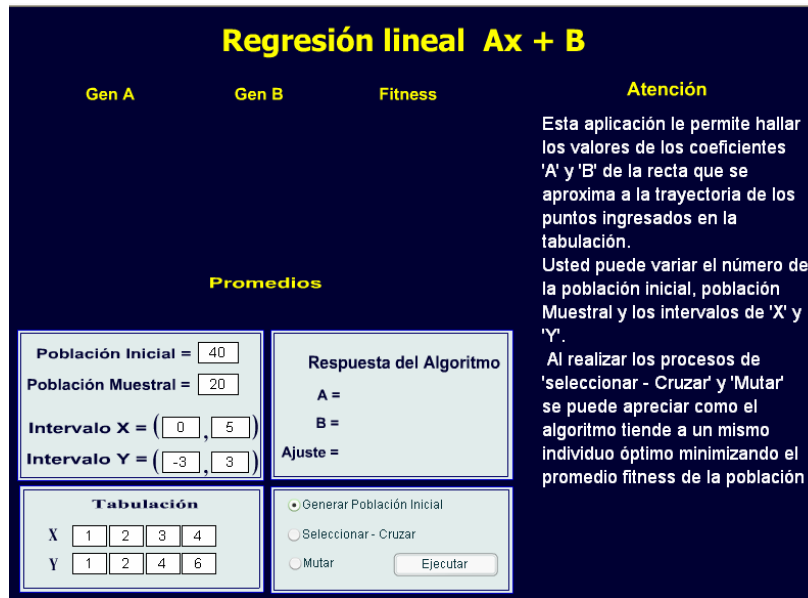


Figura 24. Interfaz de la aplicación Regresión Lineal

De igual forma que en la aplicación anterior, la interfaz presenta cajas de texto para introducir los intervalos en que se va buscar el individuo A y B teniendo en cuenta que se va a tratar de buscar la curva $Ax+B$ que mejor se acomode a los puntos dados en la tabulación ingresada en las casillas que se encuentran en el extremo inferior izquierdo de la interfaz.

Para la segunda aplicación, la encontramos con una interfaz distinta, en ella la aplicación grafica los resultados numéricos obtenidos, describiendo de una manera más visual lo obtenido al implementar un algoritmo genético en un problema como este, de igual forma le sigue mostrando el mejor individuo A y B obtenido con su respectivo error y se tiene la opción de cambiar el tipo de curva para ajustar mejor los puntos tabulados.

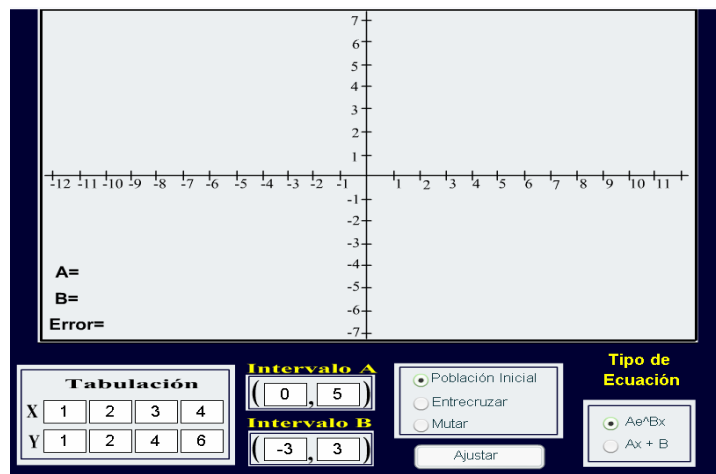


Figura 25. Interfaz de la aplicación 2 de Regresión Lineal

5.2.3 PROBLEMA DEL AGENTE VIAJANTE

Este problema tiene como objetivo mostrar la forma de implementar una algoritmo genético para solucionar problemas de combinatoria, existen muchos problemas de este tipo pero se consideró que es el agente viajante el mejor para analizar este tipo de problemas dado que muestra una situación muy sencilla de entender pero a su vez no tanto de implementar sobre todo cuando se tiene muchas ciudades por recorrer.

Como repaso del capítulo 2, el problema de agente viajante consiste en encontrar la ruta más corta para recorrer una serie de puntos o nodos. Existen múltiples métodos de soluciones pero la heurística manejada por los algoritmos genéticos le permite optimizar la manera de usar las matrices implementadas. Para la explicación de este problema el tutorial aplicativo muestra tres aplicaciones ilustrativas, las cuales muestran numéricamente la forma en que el algoritmo obtiene la ruta óptima.

AGENTE VIAJANTE				
Costo Viaje	Individuo 1	Individuo 2	Nuevo individuo	
Ruta 1-2	45	1 6 2 4 5 3 1 182	1 6 5 3 4 2 1 192	1 2 4 3 5 6 1 192
Ruta 1-3	25	1 6 2 3 5 4 1 247	1 5 4 3 2 6 1 252	1 5 3 4 2 6 1 216
Ruta 1-4	84	1 3 5 6 2 4 1 259	1 3 6 2 5 4 1 275	1 6 2 4 3 5 1 216
Ruta 1-5	92	1 2 6 4 5 3 1 277	1 2 4 3 6 5 1 279	1 2 6 5 4 3 1 244
Ruta 1-6	92	1 6 4 2 3 5 1 281	1 2 6 3 4 5 1 283	1 6 2 3 4 5 1 252
Ruta 2-3	16	1 2 5 6 4 3 1 284	1 3 2 6 5 4 1 295	1 3 5 6 2 4 1 259
Ruta 2-4	32	1 3 5 2 6 4 1 303	1 3 4 6 2 5 1 308	1 2 5 6 4 3 1 284
Ruta 2-5	26	1 5 3 6 4 2 1 312	1 4 6 3 5 2 1 318	1 3 2 6 5 4 1 295
Ruta 2-6	40	1 3 2 4 6 5 1 329	1 2 3 4 6 5 1 343	1 3 5 2 6 4 1 303
Ruta 3-5	20	1 4 6 2 3 5 1 362	1 5 2 3 6 4 1 374	1 3 4 6 2 5 1 308
Ruta 3-6	23			
Ruta 4-5	34			
Ruta 4-6	53			
Ruta 5-6	92			

Esta aplicación le permite ver la formación del cromosoma implementado con su respectivo fitness al realizar el entrecruzamiento básico sin ordenamiento. Usted puede cambiar los costos de viaje y la población inicial de forma que pueda obtener una población inicial y entrecruzarla hasta que el algoritmo lo lleve a un presunto óptimo.

Población de Muestra

Figura 26. Interfaz Primera Aplicación de Agente Viajante

La primera aplicación presenta una interfaz muy sencilla, contiene dos botones uno para seleccionar individuos y otro para entrecruzarlo, y una serie de casillas de texto para introducir los pesos correspondientes a cada una de las rutas entre las respectivas ciudades. El ejemplo tiene como objetivo mostrar el proceso de selección y entrecruzamiento del algoritmo genético para la solución de un problema de agente viajante con seis (6) ciudades, permitiéndole al estudiante dejar ver la formación del cromosoma de los diez (10) mejores individuos acompañados con su correspondiente fitness y seguidamente al oprimir el botón de entrecruzamiento la interfaz le proporciona la visualización de los cromosomas de cada uno de los individuos padres con su correspondiente hijo, dicho evento le

permite al estudiante ver que los individuo generados jamás obtendrá un fitness o función de adaptación peor al peor de los dos individuos padres, lo que cumple con el propósito teórico del entrecruzamiento. Además el estudiante puede variar la población inicial, que a su vez para este problema en particular es la misma muestral, siempre y cuando estén en el intervalo de 10 y 30 individuos.

La segunda aplicación para la ilustración es una de nueva versión de la aplicación anterior, en donde una vez obtenidas la selección de individuos, y entrecruzarlos el siguiente procedimiento es ordenar los nuevos individuos creados en el operador de entrecruzamiento para posteriormente implementar el operador mutación. Con este ejemplo se espera que el estudiante deba conseguir analizar como el operador mutación logra ayudar a obtener un mejor individuo cuando el proceso presenta una especie de convergimiento hacia un óptimo parcial.

Por parte de la interfaz gráfica, esta no cambia mucho con respecto a la anterior, pues esta renovación de la aplicación solo incluye un nuevo botón llamado mutación, de igual forma que sigue conservando las características de las casillas para los costos de las rutas y las casillas para la introducción de la población inicial. A continuación se muestra la interfaz de esta segunda aplicación.

AGENTE VIAJANTE

Costo Viaje	Individuo 1	Individuo 2	Nuevo individuo
Ruta 1-2 45	1 3 5 4 2 6 1 182	1 3 5 4 2 6 1 182	1 3 5 4 2 6 1 182
Ruta 1-3 25	1 3 5 4 2 6 1 182	1 3 5 4 2 6 1 182	1 3 5 4 2 6 1 182
Ruta 1-4 84	1 3 4 2 5 6 1 189	1 3 4 2 5 6 1 189	1 3 5 4 2 6 1 182
Ruta 1-5 92	1 3 4 2 5 6 1 189	1 2 4 5 3 6 1 197	1 3 5 4 2 6 1 182
Ruta 1-6 92	1 2 4 5 3 6 1 197	1 4 3 5 2 6 1 222	1 3 5 4 2 6 1 182
Ruta 2-3 16	1 4 3 5 2 6 1 222	1 4 3 5 2 6 1 222	1 3 5 4 2 6 1 182
Ruta 2-4 32	1 5 2 4 3 6 1 228	1 2 3 4 5 6 1 228	1 3 4 2 5 6 1 189
Ruta 2-5 26	1 5 4 3 2 6 1 252	1 5 4 3 2 6 1 252	1 3 4 2 5 6 1 189
Ruta 2-6 40	1 5 4 3 2 6 1 252	1 3 2 5 4 6 1 258	1 3 4 2 5 6 1 189
Ruta 3-4 39	1 3 2 5 4 6 1 258	1 3 2 5 4 6 1 258	1 3 4 2 5 6 1 189
Ruta 3-5 20			
Ruta 3-6 23			
Ruta 4-5 34			
Ruta 4-6 53			
Ruta 5-6 92			

Esta aplicación le permite observar los resultados de los procesos de Selección, Entrecruzamiento y Mutación, en los individuos, mostrando su formación cromosómica y su fitness correspondiente. Usted puede cambiar el número de la población y los valores de los costos de las rutas.

Población de Muestra

Figura 27. Interfaz Segunda Aplicación Agente Viajante

Finalmente la tercera aplicación permite ver el trabajo realizado en las dos aplicaciones previas de una forma implícita, la interfaz con el usuario cambia totalmente, esta aplicación le permite a los estudiantes ubicar hasta cuarenta puntos o nodos para que el agente viajante describa su ruta, tiene la propiedad de poder crear manual o automáticamente hasta cuarenta (40) puntos y entrelazarlos con tan solo cuatro (4) individuos en la población inicial.

Cabe aclarar que debido a la heurística esta aplicación y el estar implementada en ambiente web esta aplicación puede fallar en el proceso de búsqueda de la ruta

más corta, es recomendable descargar esta misma aplicación pero que se encuentra realizada en visual Basic 6.0 para desarrollo de ejercicios de mayor complejidad es decir mayor numero de nodos. A continuación se muestra una imagen de la interfaz en el momento en que genera la ruta por un problema de veinte tres (23) puntos ubicados manualmente y obtenidas con tan solo 4 individuos como población inicial.

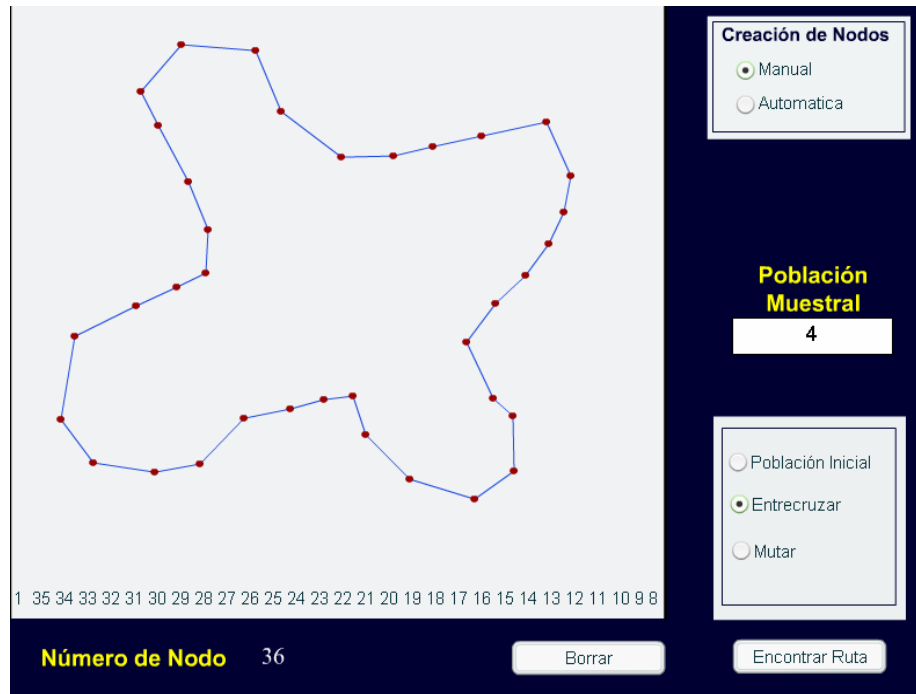


Figura 28. Interfaz Tercera Aplicación Agente Viajante

5.3 TUTORIALES

Como se expreso en el capitulo de diseño los tutoriales son los contenido principales y explicativos del ambiente en general. Para este modulo en particular existe dos tipos de tutoriales, temáticos y aplicativos. Estos tutóriales se encuentran encapsulado en paquetes SCORM desarrollados en el software reload editor versión 2.0.2 e ilustradas con presentaciones y aplicación creadas en flash MX 2004 los cuales haremos referencia enseguida, además de algunas imágenes planas que describe algunos métodos en específico.

5.3.1 TUTORIALES TEMÁTICOS

Estos tutoriales son paquetes SCORM que encapsulan solo contenidos teóricos de los conceptos fundamentales para entender el origen, características, funcionamiento, aplicación e implementación de los algoritmos genéticos. Para este proyecto se implementaron tres (3) los cuales serán descritos brevemente a continuación.

Tutorial: Introducción a los Algoritmos Genéticos

El estudiante encontrará aquí toda la información histórica, conceptos claves, funcionamiento y características de los algoritmos genéticos tal y como se muestra en la figura a continuación.

Introducción a los Algoritmos Genéticos

Estructura de curso

- Introducción a los Algoritmos Genéticos
 - Historia
 - Reseña Historica
 - HISTORIA
 - Referencia Bibliografica
 - Aspectos Importantes
 - QUE SON LOS ALGORITMOS GENETICOS
 - COMPONENTES BASICOS
 - PRINCIPALES CARACTERISTICAS
 - PRINCIPALES CARACTERISTICAS
 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Modo: Navegar Revisión

Introducir el curso SCORM


Figura 29. Estructura del Tutorial Introducción a los Algoritmos Genéticos

En esta primera unidad se ha implementado en un tutorial temático por su alto contenido conceptual, este tutorial se encuentra dividido en dos temas, Historia y Aspectos Importantes. El primer tema viene ilustrado con una pequeña aplicación biográfica de los principales precursores de los algoritmos genéticos, en ella se describe un poco de la vida de cada uno acompañado de los aportes mas importantes realizados.

ES-AVA RESEÑA HISTORICA

Los algoritmos genéticos es una temática de la inteligencia artificial que propone la utilización de la teoría de la evolución natural biológica como filosofía para la resolución computacional de problemas complejos. Esta idea nace cuando John Holland al retomar las teorías de Charles Darwin y conceptos dados por Ronald A.Fisher intenta crear un software con aprendizaje abierto, encontrando en los algoritmos genéticos la solución más cercana.

A partir de esto han sobresalido muchos otros autores que han aportado en la robustez de esta área, tales como Ingo Rechemberg quien en los años 70 introduce la teoría evolutiva, y otros personajes entre los cuales se pueden mencionar Lawrence Fogel, David E. Goldberg, Melanie Mitchell y Kenneth de Jong, quienes han aportado para que hoy en día los algoritmos genéticos se implementen con cierto éxito en problemas de reconocimiento de formas y patrones, aplicaciones financieras, sistemas de información, sistemas de producción y otras tantas aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia.



Charles Darwin

Sr Charles Darwin (1809-1882) científico británico, quien sentó las bases para la teoría sobre la evolución de las especies por mutación y selección natural. Quinto hijo de una familia inglesa rica y sofisticada. Después de graduarse de la escuela en Shrewsbury en 1825, fue a la universidad de Edinburgh a estudiar medicina. En 1827 se salió y entró a la universidad de Cambridge preparándose para convertirse en un ministro de la iglesia inglesa. Después de

CURSO DE ALGORITMOS GENETICOS

Copyright © 2006 ES-AVA - Ambiente Virtual De Aprendizaje De Soporte A La Educación Superior - Todos los derechos reservados.

Figura 30. Presentación de la Reseña Histórica

Tutorial: Operadores Genéticos

Es un tutorial temático que le describe al estudiante las principales técnicas metodológicas para la realización e implementación de cada uno de los operadores.

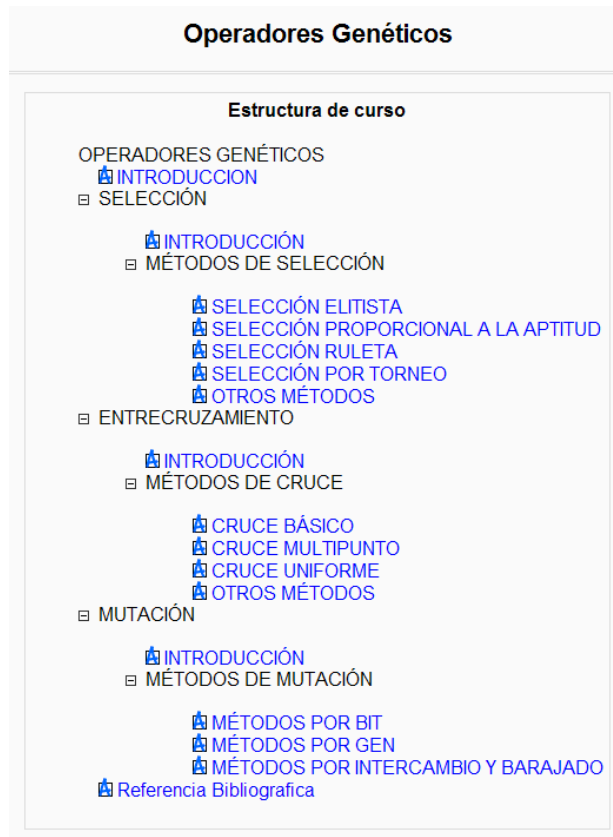


Figura 31. Estructura del tutorial Operadores Genéticos

Como se puede apreciar en la imagen anterior cada operador lleva consigo una introducción en ella se resume los conceptos fundamentales y cada una de estas se encuentra ilustrada con un imagen dinámica que muestra una posible implementación del operador descrito, y cada método de cada operador viene acompañado de un diagrama que describe los pasos a seguir en su implementación. La siguiente es la imagen del método de selección en donde se puede apreciar la ilustración de un posible método de selección para un ejercicio que tiene como variables una planta o refinería de petróleo, un balancín petrolero, una tea y una torre de perforación.

ES-AVA
SELECCION

INTRODUCCIÓN

El proceso de selección como su nombre lo indica, busca seleccionar un cierto número de individuos de una población base para crear las futuras generaciones. Para la realización de esta se debe evaluar en base a la función de objetivo cada uno de los individuos de dicha población, de tal forma que permita asignar un valor de aptitud o fitness.

Selección para < 0.16

0,12

0,35

0,11

0,30

Nota: Los métodos de selección expuestos a continuación son mutuamente exclusivos, pero para conseguir mejores resultados estos se pueden combinar.

CURSO DE ALGORITMOS GENETICOS
Marcar como leído
No Entendí

Copyright © 2008 ESAVA - Ambiente Virtual De Aprendizaje De Soporte A La Educación Superior - Todos los derechos reservados.

Figura 32. *Presentación del Operador Selección*

Tutorial: Implementación De Un AG y Aplicación En El Análisis De Decisiones

Este tutorial presenta la siguiente estructura, en ella se puede apreciar los dos temas principales del tutorial.

Implementación De Un AG y Aplicación En El Análisis De Decisiones

Estructura de curso

IMPLEMENTACIÓN DE UN AG Y APLICACIÓN EN EL ANÁLISIS DE DECISIONES

- ▣ CONCEPTOS PARA EL DESARROLLO
 - [CONCEPTOS GLOBALES](#)
 - [PASOS DETALLADOS](#)
- ▣ PROBLEMA PETROLERO
 - [Introducción y Definición](#)
 - [Implementación y Definición de Variables](#)
 - [SELECCION](#)
 - [ENTRECruzAMIENTO](#)
 - [MUTACIÓN](#)

Figura 33. *Estructura del tutorial Implementación y Aplicación en el análisis de decisiones*

Este tutorial también es temático, pero su característica principal es que no solo aporta conceptos en la construcción de un algoritmo genético, sino que también

plantea un problema llamado “Problema Petrolero”, en este se describe paso a paso el desarrollo del algoritmo para la solución del ejercicio basado en lo expuesto previamente.



ES-AVA

INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN

Otro de los tipos de problemas que se pueden resolver mediante esta filosofía de los algoritmos genéticos son los problemas en donde se debe aplicar los principios de la teoría de análisis de decisión vista en Investigación de operaciones, dicha teoría estudia los problemas de solución óptima para problemas en donde la principal pregunta es ¿hacer o no hacer?, en base a esto el algoritmo genético implementa el método booleano que genera un número binario en donde uno ("1") representa el hacer una acción y cero ("0") representa realizar otra acción. A continuación se presentará una implementación muy sencilla en base a este tipo de problemas en donde se tomará cinco variables de decisión.

El campo petrolero ALFA produce cerca de 10000 barriles de crudo diario, se tiene pensado explorar nuevas áreas dentro de ese mismo campo con el fin de aumentar la producción en por lo menos 4000 barriles, corriendo el riesgo de perder la inversión dado que no se encuentre más petróleo en el campo, esto implicaría la pérdida de 100000 dólares.

Por otro lado en algunos pozos se le puede invertir 15000 para incrementar su producción, lo que garantizaría una succión de 500 barriles diarios de más. La planta puede proporcionar un mejor rendimiento al invertir en tecnología para aumentar la extracción de la gasolina aprovechando de una mejor forma el crudo que se extrae de la tierra. Finalmente se debe investigar si decidir si

CURSO DE ALGORITMOS GENÉTICOS

Copyright © 2006 ESAVA - Ambiente Virtual De Aprendizaje De Soporte A La Educación Superior - Todos los derechos reservados.

Figura 34. Presentación de la introducción y aplicación del problema petrolero

5.3.2 TUTORIALES APLICATIVOS

La implementación de estos tutoriales tienen un mayor grado de complejidad debido que giran en torno a las ilustraciones aplicativas, de ahí el porque de su nombre, exige una redacción más estructurada y lo más explícita posible. En este proyecto se implementaron tres (3) tutoriales de este tipo los cuales describen los pasos llevados a cabo para la creación de los tres ejemplos de algoritmos genéticos. Además, también se debe tener muy presente que para el encapsulamiento adecuado de las aplicaciones flash creados, el peso de estas no puede exceder de los 70 KB para evitar problemas al cargarlas en el moodle del servidor Web.

Los tres tutoriales desarrollados para este ambiente virtual son los siguientes:

- **Tutorial Problema de minimización de una función 3D:** Este tutorial tiene como objetivo detallar la construcción del algoritmo genético para encontrar los puntos “x”, “y” para obtener el valor mínimo que la función $7 \sin(x - 5) + 20 \sin(2y - 2)$ tenga en un intervalo dado.

- **Tutorial Problema de Regresión Lineal:** Este tutorial muestra cada uno de los pasos desarrollados para lograr la implementación computacional de un algoritmo genético que en cuenta la línea o la curva euleriana que se ajusta al una serie de puntos tabulados.
- **Tutorial Problema de Agente Viajante:** Describe los procesos implementados para encontrar la ruta mas corta recorriendo una serie de ciudades ubicadas a una distancia determinada por medio de un algoritmo genético.

Para explicar mejor los conceptos concernientes al desarrollo de las aplicaciones, estos fueron debidamente estructurados en forma secuencial. A continuación la imagen describe la estructura general del tutorial: "Problema de Regresión Lineal", esta estructura es muy similar a los otros dos tutoriales en donde se tocan los temas de introducción y definición, implementación y definición de variables, selección, entrecruzamiento, mutación y ejemplos aplicativos. Cada uno de estos temas se encuentran debidamente ilustrados con una imagen animada.

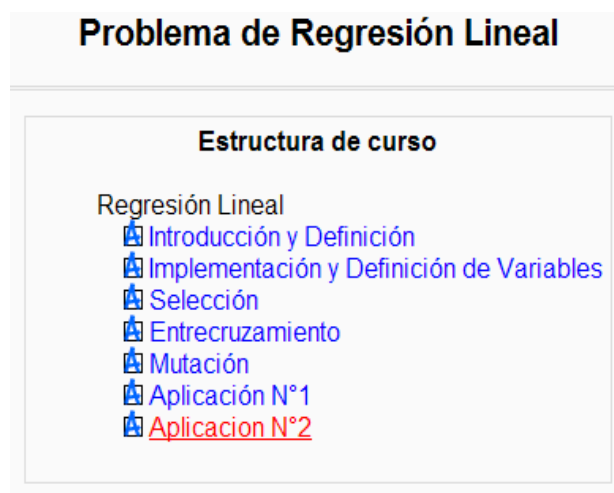


Figura 35. Estructura del tutorial Regresión Lineal

Como se puede ver en la imagen el tutorial comienza con una pequeña descripción del porque se pensó en este problema y se plantea la situación a resolver por el algoritmo genético planteado. Para complementar la descripción del problema esta parte del tutorial viene acompañada de una ilustración temática que muestra la situación del problema planteado.

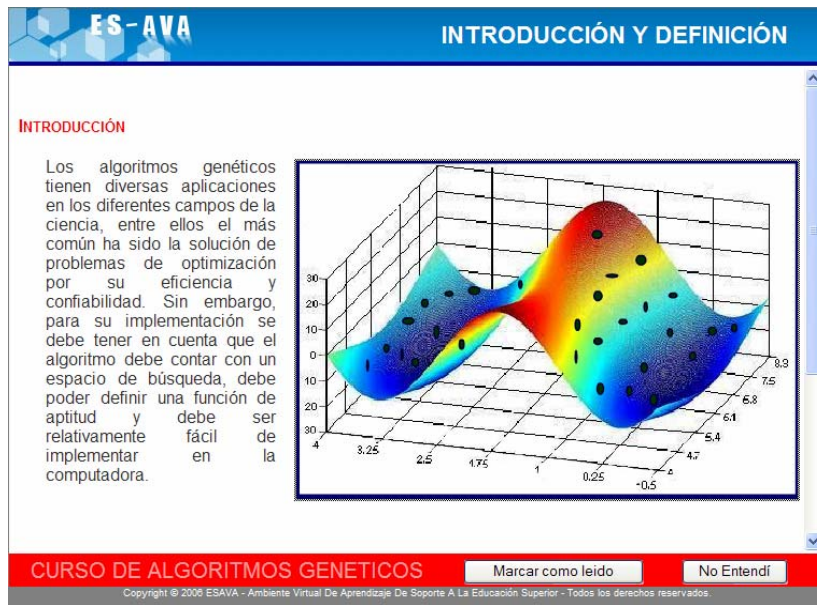


Figura 36. Presentación de la introducción y definición para el problema de Optimización

Una vez descrita la situación a resolver, el tutorial se enfoca en encontrar los datos de entrada necesarios para comenzar la implementación de algoritmo, estos datos de entrada se refiere a las variables que existen en el problema y su posterior transformación a cromosomas, ya que es ahí de donde se parte para realizar el proceso de obtención de su respectivo fitness o función de aptitud, proceso que también es especificado en esta parte del tutorial.

Algoritmos Genéticos Te encuentras en el sistema como [Inteligencia Artificial](#) (Salir)

MIA » AG » Scorms » [Problema de Minimización para una Función 3D](#) Actualizar Scorm

Estructura de curso

- Optimización de una Función
 - [Introducción y Definición](#)
 - [Implementación y Definición de Variables](#)
 - [Selección](#)
 - [Entrecruzamiento](#)
 - [Mutación](#)
 - [Aplicación N°1](#)

DEFINICIÓN DE VARIABLES E IMPLEMENTACIÓN

DATOS DE ENTRADA

Los datos de entrada principales son: la población inicial, el tamaño para la muestra de los mejores individuos y el rango de los intervalos de las variables dadas.

Por cuestiones de agilidad en el proceso y teniendo en cuenta que la aplicación ha sido realizada en ambiente web se ha implementado una población inicial pequeña de 120 individuos de los cuales los 50 mejores serán elegidos para su posterior reproducción.

Luego de haber definido la población inicial y de muestra, debemos evaluar la precisión de las variables con el objetivo de determinar el tamaño del cromosoma a utilizar, esto se refiere a que el algoritmo buscará dentro de los intervalos dados, los números que mejor consiga optimizar la función y estos números tendrán una tolerancia que estará definida por el número de bits del

FORMACIÓN DE LOS INDIVIDUOS

Evaluación del Individuo

$$F(X1, X2) = 21.5 + X2 \text{ Sen}(4 X1 \text{ pi}) + X1 \text{ Cos}(20 X2 \text{ pi})$$

$-3 < X1 < 12$
 $4.1 < X2 < 5.9$

	X1	X2
Nuevo Individuo	6.7124328	3.1098263
Aptitud	Fitness = 18.1231019	

CURSO DE ALGORITMOS GENETICOS

Copyright © 2009 ESAVA - Ambiente Virtual De Aprendizaje De Soporte A La Educación Superior - Todos los derechos reservados.

Figura 37. Presentación definición de variables de problema de Minimización

A partir del tema de implementación y definición de variables, los tutoriales explican la forma de implementación desarrollada para realizar el proceso de selección, entrecruzamiento y mutación de los individuos a optimizar, para finalmente concluir con los ejemplos aplicativos que fueron expuestos previamente.

ES-AVA **SELECCIÓN Y ENTRECruzAMIENTO**

Al tomar n ciudades e intentar trazar un circuito con las características de este problema podemos encontrar que existen $(n-1)!/2$ posibilidades de respuestas, lo cual para un número grande de ciudades es muy complicado hallar la respuesta, pero este algoritmo genético consigue reducir rápidamente estas posibilidades a través del entrecruzamiento.

La filosofía de este proceso consiste en ya escogidos dos individuos debemos encontrar las rutas comunes y no comunes, posteriormente incluimos las rutas comunes dentro del nuevo individuo y ordenamos en orden ascendente las rutas no comunes para poderlas introducir en ese orden al nuevo individuo.

La figura muestra más ilustrativamente como se toman dos individuos y se realiza el cruce teniendo en cuenta los posibles subcircuitos que pueden surgir y finalmente termina obteniendo un posible individuo óptimo.

Cuidado Con Aristas que Formen Subciclos

Creando Nuevo Individuo

CURSO DE ALGORITMOS GENÉTICOS

Copyright © 2008 ESAVA - Ambiente Virtual De Aprendizaje De Soporte A La Educación Superior - Todos los derechos reservados.

Figura 38. *Presentación de la Selección y Entrecruzamiento de Agente Viajante*

5.3.3 ESTRUCTURA DEL MÓDULO BÁSICO PARA EL APRENDIZAJE DE ALGORITMOS GENÉTICOS COMO MÉTODO DE OPTIMIZACIÓN

Presentación

Tal y como se describió en el diseño, la presentación muestra una pequeña introducción acerca de la temática a tratar, con esto se quiere que el estudiante pueda ver de una forma global lo que va a encontrar en este curso. Además, como se puede apreciar en la siguiente imagen, la presentación cuenta con una imagen que ilustra de forma sencilla y muy visible el funcionamiento adecuado en la solución de un problema de optimización para una función de tres variables.



Figura 39. *Presentación del Ambiente Virtual*

De entrada la presentación le da también, la posibilidad de comunicarse con los demás estudiantes por medio del Chat, foro técnico o foro Social de acuerdo con el propósito que tenga el querer comunicarse. Además, el ambiente deja recoger información valiosa para conocer de lleno al alumno interesado en el tema, y finalmente muestra un catalogo de palabras claves que seguramente le ayudarán al estudiante a una mejor comprensión del tema.

Unidades Didácticas

Las unidades didácticas están compuestas por uno o dos tutoriales temáticos o aplicativos. Una vez leído y comprendido los contenidos el estudiante deberá fortalecer y demostrar sus conocimientos participando en foros temáticos y respondiendo los cuestionarios propuestos.

PRIMERA UNIDAD: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ALGORITMOS GENÉTICOS.

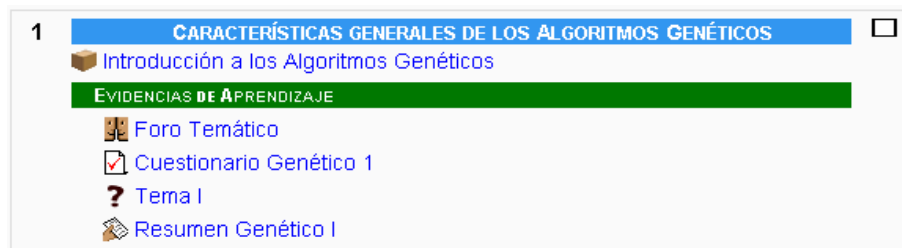


Figura 40. *Presentación De La Primera Unidad*

- Esta unidad se encuentra basada en el tutorial ya descrito de introducción a los algoritmos genéticos, en base a este tutorial la unidad plantea las siguientes evidencias de aprendizaje:
- **Foro temático:** Esta actividad plantea la siguiente situación, “Como se puede apreciar los algoritmos genéticos ha prestado gran ayuda en los diferentes campos de la ciencia, optimizar un proceso es una actividad muy frecuente en cualquier área de la ingeniería. Por medio de este foro usted deberá plantear una idea de un proceso cualquiera que considere pueda ser implementado esta teoría justificando que efectivamente cumple con las características planteadas para el desarrollo de los algoritmos genéticos”.
- **Cuestionario Genético 1:** Este cuestionario cuenta con 16 preguntas en total, de las cuales 5 preguntas serán escogidas aleatoriamente para que el estudiante pueda demostrar lo aprendido.
- **Resumen Genético 1:** Es una tarea invitando realizar un pequeño análisis de lo entendido en el tutorial.
- **Consulta tema1:** Hace referencia a una pequeña consulta implementada para evaluar la claridad con que se expresa los conceptos en el tutorial.

SEGUNDA UNIDAD: OPERADORES GENÉTICOS

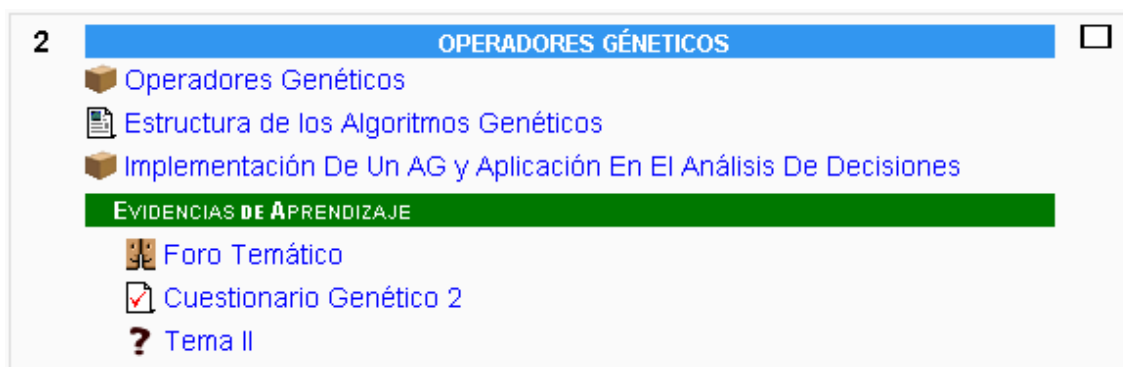


Figura 41. *Presentación de la Segunda Unidad*

Esta segunda unidad se encuentra constituida por dos Tutoriales llamados “Operadores Genéticos” e “Implementación De Un AG y Aplicación En El Análisis De Decisiones”, en ellos se detallan el cuerpo fundamental para la estructura en la construcción de un algoritmo genético y una manera tentativa de implementación.

Como evidencias de aprendizaje el se presenta:

- **Un foro Temático:** “Los operadores genéticos son el cuerpo fundamental de los algoritmos genéticos, intente implementar y explicar teóricamente un método para cada operador del proceso postulado por usted en el foro de la primera unidad”.

- **Cuestionario Genético 2:** Por la importancia que tiene esta unidad para la comprensión adecuada de posteriores, este cuestionario presenta 30 preguntas de las cuales 5 se seleccionan aleatoriamente para la evaluación de los estudiantes.
- **Consulta Tema II:** Hace referencia a una pequeña consulta implementada para evaluar la claridad con que se expresa los conceptos en el tutorial.

TERCERA UNIDAD: Aplicaciones De Optimización De Funciones

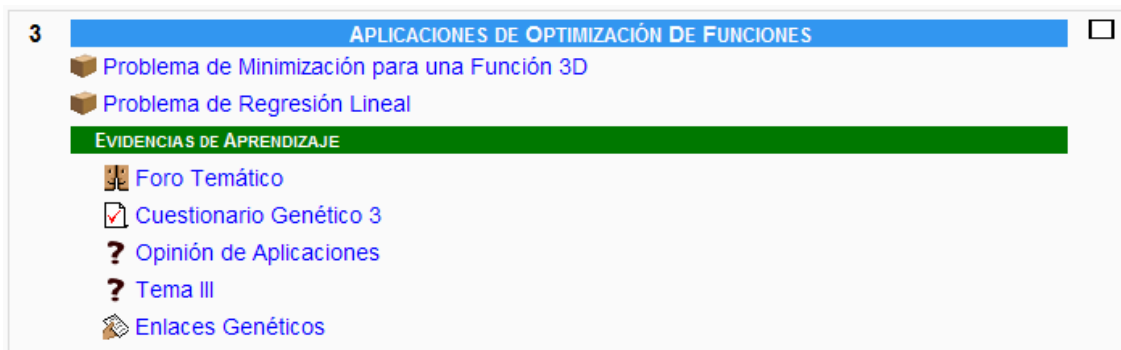


Figura 42. *Presentación Unidad Tres*

Para esta unidad en especial se implementaron dos tutoriales aplicativos, los tutoriales “Problema de Minimización para una Función 3D” y “Problema de Regresión lineal”, donde sus aplicaciones implementadas son muy similares entre si, pero el desarrollo de estos, en su estructura y en su forma de implementar los métodos, varia un poco.

Las evidencias de aprendizaje creadas para esta unidad fueron:

- **Foro Temático:** En este espacio se desea que los participantes encuentren o busquen situaciones de nuestra vida cotidiana donde crea que se pueda representar por medio de los algoritmos genéticos. es decir, los participantes proponen un tema y el tutor o administrador ve si se puede aplicar los algoritmos genéticos. su participación y colaboración en este espacio es muy importante para una mejor construcción de este curso.
- **Cuestionario Genético 3:** Para este cuestionario se manejan 11 preguntas de las cuales se seleccionan 5 aleatorias.
- **Tarea “Enlaces Genéticos”:** En esta tarea se propone realizar una pequeña investigación de páginas en Internet que sean llamativas para la comprensión de los algoritmos genéticos.
- **Consultas:** Finalmente se plantea una pequeña consulta para corroborar que la redacción utilizada en los tutoriales fue adecuada.

CUARTA UNIDAD: Aplicaciones Para Optimización En Problemas De Combinatoria.

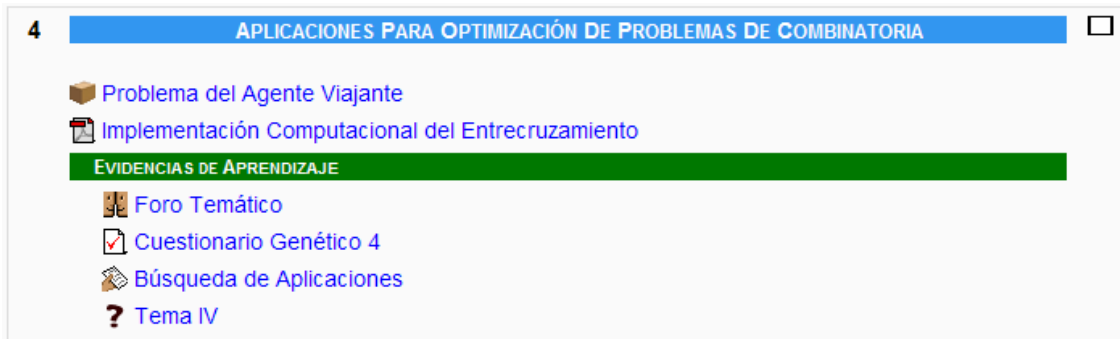


Figura 43. *Presentación Unidad Cuatro*

Finalmente el curso en su formación temática termina con esta unidad en donde se pretende explicar implementación de los algoritmos genéticos en los problemas de combinatoria y es por esto que se encuentra basada en el tutorial “Problema del Agente Viajante”, pues es este tal vez el ejercicio más común y completo para detallar este tipo de problemas. Y como complemento de tutorial, y para mayor facilidad en la reconstrucción del Algoritmo Genético desarrollado para la solución del agente viajante, se le anexo a esta unidad la implementación computacional llevada a cabo para realizar el entrecruzamiento de individuos, que representa la parte fundamental en la codificación y desarrollo del componente software creado y explicado en el tutorial.

Las evidencias de aprendizaje planteadas para esta unidad son:

- **Foro Temático:** “Describa analíticamente lo que sucede al seleccionar y entrecruzar los individuos en la aplicación 1 y luego en la aplicación 2, que cambios se puede apreciar y porque cree que esto sucede”.
- **Cuestionario Genético 4:** Para este cuestionario se manejan 11 preguntas de las cuales se seleccionan 5 aleatorias.
- **Tarea “Búsqueda de aplicaciones”:** En este espacio se desea que los participantes encuentren o busquen situaciones de nuestra vida cotidiana donde crea que se pueda representar por medio de los algoritmos genéticos. es decir, los participantes proponen un tema y el tutor o administrador ve si se puede aplicar los algoritmos genéticos. su participación y colaboración en este espacio es muy importante para una mejor construcción de este curso.
- **Consultas:** Finalmente se plantea una pequeña consulta para corroborar que la redacción utilizada en los tutoriales fue adecuada.

QUINTA UNIDAD: Conceptos Y Evaluaciones Finales

Esta unidad se implementó para adquirir conocimiento de otros sitios en donde se encuentra buena información sobre los algoritmos genéticos. Además esta unidad también se creó para realizar las evaluaciones finales tanto a los estudiantes y al ambiente del curso para verificar que tenga una buena aceptación por los usuarios.



Figura 44. Presentación Unidad Quinta

5.4 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS CORRESPONDIENTE AL SISTEMA

Las pruebas desarrolladas al Módulo Básico para el Aprendizaje como método de optimización fueron ejecutadas gracias a la colaboración y participación tanto de estudiantes activos como egresados de la universidad industrial de Santander. En la realización de la pruebas se implementaron diferentes actividades como cuestionarios, consultas y un espacio para escribir comentarios u opiniones sobre el ambiente virtual creado que nos permitieron analizar el grado de aceptación obtenido por el sistema. Además de aprovechar las ventajas de la plataforma MOODLE que permite llevar registros de los participantes tales como datos personales, calificaciones, actividades realizadas, y tiempo invertido con su respectiva hora y fecha de la navegación en el sistema.

A continuación se realizará una descripción de lo ocurrido durante las pruebas y sus respectivos resultados.

5.4.1 PARTICIPANTES

Por motivos de la época para la entrega del proyecto, las pruebas contaron con la participación de estudiantes ingeniería de sistemas de niveles superiores, ingenieros de sistemas egresados de la Universidad Industrial de Santander

algunos con experiencia en este tipo de proyectos y algunos estudiantes interesados en el tema ajenos a la escuela. Los cuales hicieron saber las cualidades y detalles faltantes al Ambiente virtual de manera escrita en los espacios implementados ó de manera oral por cuestiones de tiempo y facilidad en la comunicación instantánea. La participación fue de 14 participantes como se muestra a continuación.

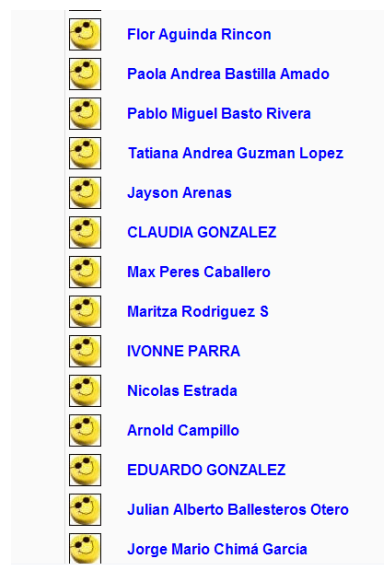


Figura 45. *participantes de las pruebas*

5.4.2 REGISTRO

Los registros muestran que los participantes cumplieron con diferentes actividades propuestas por el ambiente sin ningún contratiempo, lo que nos deja ver una buena disposición del ambiente para el público en general.

5.4.3 COMENTARIOS

Los participantes dejaron ver una buena aceptación por el ambiente, sobretodo por las ilustraciones animadas que se presentan y por la interfaz implementada en los paquetes SCORM, aquí uno de los comentarios.



Jorge Mario Chimá García Última edición: jueves, 03 de febrero de 2007, 03:19

hola, la redacción aunque pudiera ser mas explicita me parece adecuada para la comprensión del tema, me parece muy llamativa la interfaz que maneja cada uno de los contenidos de los ejemplos y la estructura que se maneja para la explicación de los mismos.

las aplicaciones me parecieron interesantes y entendibles para reconstruirlas o por lo menos para realizar algo parecido.

Figura 46. *comentario de un participante*

5.4.4 ENCUESTAS

Para comprobar la aceptación del ambiente se diseñaron las siguientes encuestas:

Funcionamiento del curso

Este cuestionario tiene como objetivo consultar la opinión de los participantes En cuanto al funcionamiento del curso. Las preguntas son las siguientes:

- El proceso de inscripción al curso
- Como considera usted la navegación dentro del curso?
- Como considera usted los colores que se manejan en las aplicaciones
- Como considera usted los colores que se manejan en todo el curso
- El tiempo de ejecución (tiempo que toma para abrir páginas) de los contenidos temáticos fue:
- El tiempo de ejecución de las aplicaciones fue:

En donde el 50% de los participantes que desarrollaron esta encuesta dijeron que era excelente y otro 50% que era bueno, lo que deja ver en claro el buen funcionamiento tanto de el sistema de gestión de aprendizaje Moodle como de las aplicaciones que requieren simular en los computadores de los estudiantes del curso y así asegurar una mayor captación de los contenidos del curso de algoritmos genéticos.

Evaluación del curso

En este cuestionario se pregunto sobre que opinaba de este tipo de cursos y de los contenidos incluyendo los ejemplos aplicativos para la comprensión del tema de algoritmos genéticos. Las preguntas que se plantearon fueron:

- ¿Cree usted que existiría alguna ventaja si se implementaran este tipo de ambientes virtuales para asignaturas de cualquier carrera profesional?
- ¿Es clara la información que se presenta en este curso?
- ¿Cómo le parece el sistema de evaluación que se plantea en el curso?
- ¿Que opina sobre la calidad del entorno comunicativo del curso?
- que opina sobre el material proporcionado para asimilar el conocimiento
- De que forma Considera usted que los resultados de aprendizaje del curso se

cumplieron

Por medio de este cuestionario se puede apreciar que los participantes que desarrollaron esta encuesta respondieron que el curso es bueno pero que como todo proyecto puede mejorar, lo que nos permite conocer que todo el contenido temático con la complementación de los ejemplos aplicativos proporciona un buen soporte para el aprendizaje de los algoritmos genéticos a los participantes del curso

5.4.5 PRUEBAS PROPIAS DE LOS AUTORES

Los autores de este proyecto tuvieron la oportunidad de probar en diferentes equipos y sistemas operativos la capacidad de acceder al ambiente, lo cual trajo varias experiencias con las aplicaciones creadas. Además, gracias al desempeño laboral de uno de los autores en el CPE (Computadores Para Educar) se tuvo la oportunidad de acceder al ambiente desde diferentes puntos del país como por ejemplo en pueblos del sur de Bolívar, con muy buenos resultados en cuanto al acceso se refiere.

6. CONCLUSIONES

En la actualidad Moodle es una herramienta de aprendizaje en línea o ambiente virtual de aprendizaje de libre distribución que se ha convertido en una buena herramienta para apoyar las clases presenciales, y que ofrece a los estudiantes herramientas de aprendizaje colaborativo como foros y Chat entre otras; que permiten compartir información y solucionar problemas con sus demás compañeros y/o con el profesor.

La gestión de los materiales de aprendizaje es una parte de lo que Moodle hace como sistema de gestión de curso. Moodle también gestiona a los participantes de diversas maneras. Como por ejemplo:

1. Tener acceso a la información sobre los estudiantes del curso.
2. Seguimiento y registros de los accesos de los usuarios y
3. Subir archivos externos para el uso dentro del curso, etc.

Los paquetes Scorm no solo permiten empaquetar material educativo, permiten también transportar contenidos educativos de un ambiente virtual de aprendizaje a otro (por ejemplo del WebCT de la Universidad A al Moodle de la Universidad B). Otra propiedad es que se pueden etiquetar todos los recursos que le componen, teniendo así la posibilidad de organizar mejor el trabajo de diseño y desarrollo de los contenidos.

Con el desarrollo e implementación de tutoriales aplicativos, basados en cada uno de los pasos a seguir para lograr la solución de problemas complejos por medio de los algoritmos genéticos, el estudiante podrá analizar cada uno de los ejemplos y afianzar sus conocimientos en el tema.

Los AG son una herramienta muy apropiada para la optimización de funciones, estrategias y otros problemas de múltiples variables, siempre que las variables que presenten se encuentren en un rango determinado de valores.

La metodología utilizada en la presentación de la temática general de Algoritmos Genéticos, exponiendo en cada módulo el contenido temático y los ejemplos aplicativos, permite que los estudiantes puedan observar y analizar cada uno de los procesos realizados por el algoritmo que se implementa para la solución de un problema en particular.

Con los tutoriales temáticos, contenidos realizados en paginas html de muy fácil navegación acompañado de imágenes ilustrativas animadas, el estudiante dispone de toda la información referente y necesaria para desarrollar una buena comprensión del tema propuesto.

Para la selección de un ambiente virtual de aprendizaje se debe tener en cuenta

las siguientes características: que permita una creación de cursos sencilla, que los contenidos del curso se puedan reutilizar en otras plataformas si hubiese la necesidad, que la inscripción y autenticación de los alumnos sea práctica y segura, que permita a los participantes establecer una comunidad activa que les ayude a solucionar problemas y a generar nuevas ideas; y que cumpla con las expectativas de las personas o entes que van a utilizar este tipo de plataforma.

En la escuela de ingeniería de sistemas se cuenta con un servidor, cormorán, en el cual: se instaló el ambiente virtual de aprendizaje Moodle; se creó el curso ingresando su contenido y aplicaciones; se hicieron conexiones al sitio para la construcción del curso, y Moodle demostró ser una plataforma muy eficiente, pero hay que tener en cuenta que de nada sirve la tecnología sin un pensamiento pedagógico que oriente su utilización.

7. RECOMENDACIONES

Es necesario asegurar el correcto funcionamiento del servidor cormorán de la escuela de ingeniería de sistemas que es donde se aloja el ambiente virtual de aprendizaje Moodle para ofrecer la seguridad de conexión y entrada al ambiente virtual a cualquier hora, para así poder asegurar que se alcancen los objetivos educativos del curso de algoritmos genéticos.

Se deben llevar a cabo iniciativas especiales en el desarrollo de proyectos educativos de este tipo, ya que la respuesta de los estudiantes es favorable y se mejora la calidad de los programas académicos de la institución.

Para desenvolverse y aprovechar de manera optima el ambiente virtual de aprendizaje Moodle, los usuarios requieren un conjunto de destrezas, actitudes y conocimientos básicos. es muy importante ofrecer los mecanismos que permitan adquirir a los estudiantes y docentes los conocimientos y destrezas básicos necesarios para poder hacer uso adecuado de las TIC que hacen parte de estas estrategias.

8. BIBLIOGRAFÍA

Servicio Nacional de Aprendizaje. "Conozca el ambiente virtual de aprendizaje". <http://www.senavirtual.edu.co>. Visitado el día 6 de Junio 2006.

COSTA PORTELA, Carlos. Algoritmos genéticos. <http://casa.ccp.servidores.net/genetico.html>. Visitado el día 7 de Febrero de 2006.

RODRÍGUEZ ALBERICH, Gabriel. Algoritmos genéticos. <http://the-geek.org/docs/algen>. Visitado el día 4 de Febrero de 2006.

MERELO GUERVOS, Juan Julián. Informática evolutiva. <http://geneura.ugr.es/~jmerelo/ie/ags.htm>. Visitado el día 1 de Marzo de 2006.

ORTEGA, Mónica. Ambientes Virtuales de Aprendizaje. http://www.cudi.edu.mx/primavera_2005/presentaciones/monica_ortega.pdf
Visitado el día 3 de Febrero de 2006.

GALVIS PANQUEVA, Álvaro y MENDOZA BARROS, Patricia. Ambientes Virtuales de Aprendizaje: una Metodología para su creación. <http://www.uniandes.edu.co>

LOPEZ GARCIA, Javier y PINZON DIAZ, Ricaurte Iván. La inteligencia artificial en el diseño mecánico: Aplicación de los algoritmos genéticos en la optimización del diseño mecánico. Bucaramanga 1998. Tesis de grado (Ingeniero Mecanico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de ingeniería Mecánica.

VELEZ LANGS, Oswaldo Enrique. Aplicación de los algoritmos genéticos en problemas de optimización combinatoria. Bucaramanga 1999. Tesis de grado (Ingeniero de Sistemas). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informáticas.

CONTRERAS BUSTOS, Fabián Alexander, Propuesta de algoritmos genéticos de cromosoma variable y búsqueda de gauss. Bucaramanga 2002. Tesis de grado (Ingeniero de Sistemas). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informáticas.

LIZCANO REYES, Rafael Neftalí. ES-AVA: Ambiente virtual de aprendizaje de soporte a la educación superior. Bucaramanga 2006. Tesis de Postgrado. Maestría en Informática. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informáticas.

FACUNDO DIAZ, Ángel H. Informe sobre la Educación Virtual en Colombia. En IIESALC de la UNESCO. Bogota 2003.

MOODLE. Moodle en español. <http://moodle.org/course/view.php?id11>. Visitado el día 14 de Enero de 2006.

ANEXOS

MANUAL DE ESTUDIANTE

Para la utilización de este curso es necesaria una inscripción previa al mismo para poder ingresar a todo el contenido y ver las diferentes opciones que este ofrece. A continuación se dan las diferentes actividades que el estudiante puede hacer en este curso:

1. Inscripción

2. Contenido

2.1. Tema I: Introducción a los algoritmos genéticos

2.2. Tema II: operadores genéticos

2.3. Tema III y IV: Aplicaciones

2.5 Tema V: conceptos y evaluaciones finales

3. Bloques

3.1 Personas

3.2 Actividades

3.3 Administración

1. INSCRIPCIÓN:

Para la inscripción del estudiante, debe ingresar al sitio: <http://cormoran.uis.edu.co/mia/moodle/> y pulsar sobre el nombre del curso. En este caso Algoritmos Genéticos. Se va a la parte de “registrarse como usuario” y se da clic en: “Formulario de Registro”.

Ahora debe proceder a llenar la información personal que allí se pide y oprimir el botón “crear cuenta”. El estudiante debe esperar a que el sistema confirme su dirección de correo y le envíe el siguiente mensaje:

Hola, **nombre_de_estudiante**.

Se ha solicitado la apertura de una cuenta en 'Modulo de Inteligencia Artificial' utilizando su dirección de correo.

Para completar el proceso de inscripción haga clic aquí:

http://cormoran.uis.edu.co/mia/moodle/login/confirm.php?p=Fum1M2kxhilhVP&s=nombre_est

En la mayoría de programas de correo electrónico este enlace debería aparecer

en azul. Si no funciona, córtelo y péguelo en la ventana de direcciones de su navegador.

Si necesita ayuda, contacte por favor con el administrador del sitio, Admin User (jairoaguinda214@yahoo.es)

Ahora el estudiante debe pulsar sobre el link y este lo envía a Moodle donde aparecerá:

8.1.1 GRACIAS, NOMBRE_ESTUDIANTE

Registro confirmado

8.1.2 -> CURSOS

Se oprime CURSOS y se muestra el de algoritmos genéticos, que es el que el estudiante debe elegir. Y se presenta este mensaje:

Está a punto de inscribirse como alumno de este curso
¿Está seguro de que desea hacerlo?

Donde el estudiante debe escoger la opción **si**, y queda concluida la inscripción del estudiante en el curso.

2. CONTENIDO:

Una vez registrado el estudiante puede acceder a todo el contenido del curso y Y observar los diferentes temas que allí se tratan:

2.1 Tema I: Introducción a los algoritmos genéticos

2.2 Tema II: operadores genéticos

2.3 Tema III y IV: Aplicaciones

El estudiante puede encontrar aquí los tutoriales aplicativos del curso.

2.5 Tema V: conceptos y evaluaciones finales

En este espacio encontrara enlaces externos referentes a los algoritmos genéticos; un cuestionario tipo Ecaes que el estudiante puede resolver y ver sus resultados cuando termine de desarrollarlo; y por ultimo, hacer sus aportes personales para el mejoramiento del curso desarrollando las diferentes actividades que allí se tratan.

3. BLOQUES

El estudiante puede observar los diferentes módulos que el profesor haya agregado al curso. También cabe aclarar que el profesor puede añadir más módulos los cuales con una pequeña exploración del estudiante puede saber el

funcionamiento de cada uno de ellos gracias al fácil manejo que la plataforma Moodle ofrece.

3.1 Personas:

El estudiante puede ver todas las personas que participan en el curso, además de la información de cada participante, y puede enviarle un mensaje o correo a cualquiera de ellos.

3.2 Actividades:

El estudiante tiene acceso a todas las actividades programadas por el profesor y participar o desarrollar cada una de ellas.

3.3 Administración:

a. Calificaciones:

En esta parte el estudiante puede ver en detalle las calificaciones de las actividades desarrolladas por el mismo.

b. Editar Información:

Aquí el estudiante puede cambiar su información personal si así lo desea.

c. Cambiar Contraseña:

Como su nombre lo indica el estudiante puede cambiar su clave de acceso.

MANUAL DE INSTALACION DE MOODLE

Para la instalación de este programa es necesario tener claro cuales son los requerimientos del mismo.

Requerimientos:

- 1. Un servidor Web:** Moodle necesita de un servidor que soporte lenguaje php, el mas recomendado es apache.
- 2. Php:** Tener instalado php (versión 4.1.0 o posterior).
- 3. Una base de datos:** MySql o postgres, que es recomendado para el uso del moodle.

Descarga:

Para la descarga del moodle se debe ir al sitio <http://moodle.org/download/> donde se obtendrá un archivo comprimido, se descomprime este archivo y se obtiene una carpeta denominada moodle, que contiene varias carpetas y archivos, se debe colocar esa carpeta en el directorio de documentos del servidor Web, dentro de la carpeta htdocs del Apache. La ubicación del sitio será: *http://suservidor/moodle*

Instalación:

Para instalar el moodle se tiene 2 opciones:

- a. acceder a la dirección URL de moodle o
- b. acceder a <http://suservidor/moodle/install.php> directamente.

Moodle detecta la configuración necesaria y guía a través de unos pasos Como sigue:

1. Se debe escoger español internacional y dar clic en siguiente.



2.



En este paso puede aparecer una advertencia en el **limite de memoria**, la cual se repara yendo al directorio: /apache/bin, y buscar el archivo php (tipo: opciones de configuración). Luego buscar dentro de ese código la siguiente parte y cambiar 8M por 16M:

```
.....  
; Resource Limits;  
.....  
  
max_execution_time = 1200 ; Maximum execution time of each script, in  
seconds  
max_input_time = 60 ; Maximum amount of time each script may spend  
parsing request data  
memory_limit = 16M ; Maximum amount of memory a script may consume.  
(8MB)
```

3. Moodle detecta esta información aunque se puede ingresar manualmente.



Instalación

WWW: Necesita decir a Moodle dónde está localizado. Especifique la dirección web completa en la que se ha instalado Moodle. Si su sitio web es accesible a través de varias URLs, seleccione la que resulte de acceso más natural a sus estudiantes. No incluya la última barra

Directorio: Especifique la ruta OS completa a esta misma ubicación Asegúrese de que escribe correctamente mayúsculas y minúsculas

Datos: Usted necesita un lugar en el que Moodle pueda guardar los archivos subidos. Este directorio debe ser legible Y ESCRIBIBLE por el usuario del servidor web (normalmente 'nobody' o 'apache'), pero no debería ser directamente accesible desde la web.

WWW

Directorio

Datos

4. se debe tener previamente definida una base de datos en blanco con su nombre de usuario y su respectiva contraseña.



Instalación

Ahora necesita configurar la base de datos en la que se almacenará la mayor parte de datos de Moodle. Esta base de datos debe haber sido ya creada, y disponer de un nombre de usuario y de una contraseña de acceso.

Tipo: mysql o postgres7
Servidor: e.g., localhost or db.isp.com
Nombre: Nombre de la base de datos, e.g., moodle
Usuario: nombre de usuario de la base de datos
Contraseña: contraseña de la base de datos
Prefijo de tablas: prefijo a utilizar en todos los nombres de tabla

Tipo

Servidor

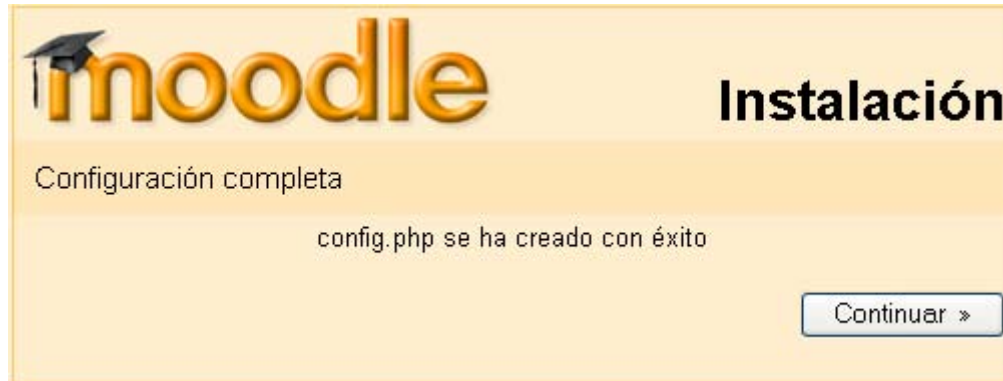
Base de datos

Usuario

Contraseña

Prefijo de tablas

5. Moodle crea un archivo de configuración llamado **config.php** dentro del directorio principal en el servidor.



6. **Licencia GPL.** Se muestra la información sobre la licencia de moodle y se da clic en el botón **si**.

En los siguientes pasos se da clic en el botón **Continuar** o **Guardar Cambios** ya que moodle realiza la configuración necesaria automáticamente.

7. **Configurando base de datos.**

8. **Versión.**

9. **Información de la versión.**

10. **Variables.**

11. **Instalando el modulo de tablas.**

12. **Actualizando la base de datos.**

13. **Configurando tablas de bloque.**

14. **Instalando el modulo de tablas.**

15. **Configurar sitio.** Se debe dar información del sitio.

16. **Información del administrador.** Moodle exige un administrador y contraseña, además de otros datos, para la administración del sitio. Y con este último paso queda instalado Moodle en el servidor.

MANUAL DE PRUEBAS AL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDOS MOODLE

Para detallar las pruebas funcionales de este modulo se explora algunas herramientas básicas contenidas en moodle. Las cuales son: registros, calificaciones, participantes y actividades.

Registro

Registros

Este botón permite al profesor ver todas las entradas hechas por las personas participantes del curso dando a conocer el grado de participación de todas y cada una de ellas.

Luego de haber ingresado a esta opción aparece una ventana con una serie de opciones.

Seleccione los registros que desea ver:

Algoritmos Genéticos Todos los participantes Hoy, 13 de febrero de 2007

Todas las actividades

Aquí el docente puede ver los registros de entrada al curso de algoritmos genéticos donde: puede elegir ver registros de uno o todos los participantes; puede elegir de un día específico o de todos los días desde que se creó el curso; y por último ver las entradas a todas las actividades o escoger alguna de las planteadas en el curso. En este caso se tomó el registro de un participante y el resultado fue el siguiente:

Tiempo	Dirección IP	Nombre completo	Acción	Información
Thu 1 de February de 2007, 16:43	201.221.158.146	Arnold Campillo	course view	Algoritmos Genéticos
Thu 1 de February de 2007, 16:41	201.221.158.146	Arnold Campillo	scorm view	Operadores Genéticos
Thu 1 de February de 2007, 16:40	201.221.158.146	Arnold Campillo	scorm pre-view	17
Thu 1 de February de 2007, 16:40	201.221.158.146	Arnold Campillo	course view	Algoritmos Genéticos

En el ítem de Tiempo se muestra la fecha de entrada del participante al curso; en el ítem de Dirección IP se muestra, como su nombre lo indica, la dirección de la computadora desde donde entro al sitio; en el ítem de Nombre completo se muestra el nombre del participante y permite ir al perfil del mismo; en el ítem de Acción se encuentra un enlace para ver las actividades que el participante observó; y por último Información que es la parte donde indica el nombre de las

actividades a las que ha ingresado o desarrollado el participante.

Calificaciones

Calificaciones

Con este boton el profesor puede acceder a la calificación de todas las actividades desarrolladas por los participantes del curso.






Estudiante Ordenar por apellido Ordenar por nombre	Foro Social		Ambientes Virtuales		Introducción a los Algoritmos Genéticos		Foro Temático		Cuestionario Genético 1			
	100 % bruto	13.66% de la calificación total	10 % bruto	1.37% de la 8 calificación total	8 % bruto	1.09% de la calificación total	100 % bruto	13.66% de la calificación total	10 % bruto	1.37% de la calificación total		
Aguinda Rincon, Flor	- 0%	0%	- 0%	0%	- 0%	0%	- 0%	0%	0	0%	0%	
Arenas, Jayson	- 0%	0%	10	100%	1.37%	- 0%	0%	- 0%	0%	7	70%	0.96%
Ballesteros Otero, Julian Alberto	- 0%	0%	- 0%	0%	- 0%	0%	- 0%	0%	- 0%	0%	0%	

En esta parte el docente ve a todos los estudiantes, la calificación de cada actividad planteada con estadísticas detalladas y la nota total que lleva cada estudiante. Además, puede crear una hoja de cálculo en Excel o un archivo de texto que puede descargar.

Participantes


Participantes

En esta opción se puede ver todos los participantes inscritos en el curso como estudiantes.

Nombre / Apellido	Ciudad	País	Último acceso ↑
 Flor Aguinda Rincon	Bucaramanga	Colombia	7 días 14 horas
 Paola Andrea Bastilla Amado	Bucaramaga	Colombia	9 días 17 horas
 Pablo Miguel Basto Rivera	Bucaramanga	Colombia	9 días 21 horas
 Tatiana Andrea Guzman Lopez	BUCARAMANAGA	Colombia	9 días 21 horas
 Jayson Arenas	Bucaramanga	Colombia	9 días 22 horas

En este espacio se muestra los nombres de todos los participantes la ciudad y el país de cada uno y deja registrado la última entrada al curso de cada uno de los participantes. Cada uno de los nombres es un enlace al perfil de cada estudiante. Ahora se muestra el perfil de un estudiante matriculado en este curso.

Perfil | Mensajes del foro | Informes de actividad



Ubicación: Bucaramanga, Colombia

Dirección de correo: faguinda@hotmail.com ✉

Cursos: [Algoritmos Genéticos](#)

Último acceso: lunes, 5 de febrero de 2007, 19:27 (7 días 14 horas)

Desmatricular en AG | Entrar como | Enviar mensaje

En este espacio se muestra toda la información referente a un participante específico. Ahora para ver su participación en el curso se debe pulsar sobre el botón de Informes de actividad donde aparece lo siguiente:

Perfil | Editar información | Mensajes del foro | Informes de actividad

Diagrama de informe | Informe completo | Registros de hoy | Todas las entradas

Tema 1

📖	Introducción a los Algoritmos Genéticos	-	
🗣️	Foro Temático	-	
📝	Cuestionario Genético 1	-	sábado, 3 de febrero de 2007, 16:00 (9 días 22 horas)
📄	Resumen Genético I	-	
?	Tema I	'Si'	sábado, 3 de febrero de 2007, 16:05 (9 días 22 horas)

En la opción Diagrama de informe se muestra todos los temas que constituyen el curso y la fecha de entrada a cada una de sus actividades de cada tema. En Informe completo aparece no solo la fecha de registro si no la calificación de cada actividad. Como su nombre lo indica Registros de hoy visualiza las entradas que el participantes haya hecho el día actual. Y por ultimo, un ítem muy importante es "Todas las entradas" donde se puede observar lo siguiente:



Como se observa en la figura un número de clic realizados en el curso durante una fecha y sus respectivos registros de entradas a cada actividad.

Mostrando 68 registros

tiempo	Dirección IP	Nombre completo	Acción	Información
lun 5 de febrero de 2007, 19:27	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	quiz attempt	Encuesta De Funcionamiento
lun 5 de febrero de 2007, 19:27	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	quiz view	Encuesta De Funcionamiento
lun 5 de febrero de 2007, 19:25	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	course view	Algoritmos Genéticos
lun 5 de febrero de 2007, 19:22	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm view	Problema del Agente Viajante
lun 5 de febrero de 2007, 19:20	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm view	Problema del Agente Viajante
lun 5 de febrero de 2007, 19:15	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm view	Problema del Agente Viajante
lun 5 de febrero de 2007, 19:07	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm view	Problema del Agente Viajante
lun 5 de febrero de 2007, 19:01	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm view	Problema del Agente Viajante
lun 5 de febrero de 2007, 18:59	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm view	Problema del Agente Viajante
lun 5 de febrero de 2007, 18:58	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm pre-view	20
lun 5 de febrero de 2007, 18:56	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	quiz attempt	Test Final
lun 5 de febrero de 2007, 18:56	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	quiz view	Test Final
lun 5 de febrero de 2007, 18:55	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	course view	Algoritmos Genéticos
lun 5 de febrero de 2007, 18:54	200.93.151.15	Flor Aguinda Rincon	scorm view	Problema de Minimización par

Actividades



Como se menciona en capítulos anteriores las actividades forman parte de la creación de un curso, pero aquí se observa el desarrollo de estas por parte del estudiante. Estas son algunas de esas actividades planteadas para este curso.

Consultas

En este espacio se busca la opinión del estudiante con respecto al tema en general una de estas es:

? Tema I

¿Es clara la información que se presenta en este tema?

Si No

Guardar mi elección

Donde se observa la respuesta de un participante, y si hubiese más participantes mostraría de la misma manera en forma vertical la elección de cada uno.

Consultas » Tema I » Respuestas

Si

 Flor Aguinda Rincon

Diario

Comentario genetico

En este espacio los participantes pueden anotar sus comentarios con respecto al curso. En este caso dos comentarios:

Este espacio esta diseñado para expresar su opinión, critica constructiva, acerca de la impresión causada por este curso de algoritmos genéticos

Max Peres Caballero Última edición: sábado, 3 de febrero de 2007, 08:26

El curso maneja una buena estructura, las imágenes animadas son muy buenas para la ilustración y comprensión de los contenidos, y las evaluaciones se ajustan al contenido.

Se podría mejorar en cuanto algunos colores en las aplicaciones.

Paola Andrea Bastilla Amado Última edición: sábado, 3 de febrero de 2007, 16:30

Al momento de realizar las explicaciones e introducción al tema de los algoritmos genéticos se debe ser un poco más explícito, pues se supone que esta página la puede abrir cualquier persona que esté interesada en el tema y no necesariamente lo debe dominar.

Las escalas de calificación en los ítems penúltimo y antepenúltimo (las evaluaciones) deben manejar la misma escala; es decir, en la evaluación del curso, pregunta 3:

Excelente, Buena, Regular o Mala; es un tipo de escala.

Novedosa, Interactiva, Sencillo, Antiguo; es otro tipo de escala.

Y se debe llevar la secuencia: a) Excelente, b) Buena, C) Regular...

Los colores están bien y los iconos son fáciles de buscar. En general el programa cumple las expectativas.

Cuestionarios

Para estos cuestionarios el sistema de gestión de aprendizaje Moodle permite ver los temas donde se encuentra cada cuestionario, el nombre de cada cuestionario, la fecha de cierre de cada uno y hace un registro de intentos hechos por los estudiantes como se muestra en la figura:

Tema	Nombre	Cuestionario cerrado	Intentos
	Ambientes Virtuales	domingo, 1 de abril de 2007, 10:15	Ver los informes de 4 intentos (4 Estudiantes)
1	Cuestionario Genético 1	lunes, 23 de abril de 2007, 09:55	Ver los informes de 6 intentos (4 Estudiantes)
2	Cuestionario Genético 2	lunes, 23 de abril de 2007, 10:05	Ver los informes de 2 intentos (2 Estudiantes)
3	Cuestionario Genético 3	martes, 24 de abril de 2007, 11:35	Ver los informes de 3 intentos (2 Estudiantes)
4	Cuestionario Genético 4	martes, 24 de abril de 2007, 11:40	Ver los informes de 2 intentos (2 Estudiantes)
5	Test Final	lunes, 23 de abril de 2007, 15:25	Ver los informes de 3 intentos (3 Estudiantes)
	Evaluacion Del Curso	domingo, 1 de abril de 2007, 09:30	Ver los informes de 10 intentos (7 Estudiantes)
	Encuesta De Funcionamiento	domingo, 1 de abril de 2007, 09:10	Ver los informes de 8 intentos (7 Estudiantes)

Se toma aquí un cuestionario y un intento de los participantes para el desarrollo.



Ambientes Virtuales

Al pulsar este icono aparece en una ventana esta opción.

El cuestionario está disponible hasta el domingo, 1 de abril de 2007, 10:15

[Ver 4 cuestionarios resueltos \(4 Estudiantes\)](#)

Luego haciendo clic en esta opción nos permite ver el nombre del participante que lo resolvió, la fecha de desarrollo, el tiempo que requirió y una calificación.

Vista general Recalificar intentos Análisis de ítems				
<input type="checkbox"/>	Nombre / Apellido	Comenzado el	Tiempo requerido	Calificación/10
<input type="checkbox"/>	 Arnold Campillo	1 de febrero de 2007, 16:37	1 minutos 39 segundos	10
<input type="checkbox"/>	 Maritza Rodriguez S	2 de febrero de 2007, 12:08	abierto	0
<input type="checkbox"/>	 Jayson Arenas	3 de febrero de 2007, 11:08	41 segundos	10
<input type="checkbox"/>	 Pablo Miguel Basto Rivera	3 de febrero de 2007, 11:09	abierto	0

Ahora pulsando en el número de calificación del participante se observara lo siguiente:

Revisión del intento 1

 Jayson Arenas

Comenzado el: sábado, 3 de febrero de 2007, 11:08

Completado el: sábado, 3 de febrero de 2007, 11:08

Tiempo empleado: 41 segundos

Puntuación bruta: 4/4 (100 %)

Calificación: 10 de un máximo de 10

Donde se muestra toda la información detallada sobre la calificación del participante. A continuación se observa las preguntas de este cuestionario y la opción escogida por el participante:

Cree usted que el autoaprendizaje, apoyado en estos Ambientes virtuales, es:

- Respuesta:
- a. Regular
 - b. Bueno
 - c. Malo

Dada la gran acogida que los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) han venido teniendo, deseamos conocer que experiencia tienes con respecto a estos Ambientes:

- Respuesta:
- a. Ninguna
 - b. Alguna vez ingresaste a uno
 - c. Estas desarrollando un curso en este tipo de ambientes en otra Institución
 - d. No tienes ni idea que son estos AVAs

Teniendo en cuenta tu participación en este curso, deseamos conocer tu actitud dentro de este y poder observar tu interés en este curso. Deseamos que seas honesto y nos digas realmente en que estado de actitud te encuentras.

- Respuesta:
- a. Curiosidad por conocer más sobre los algoritmos genéticos
 - b. Observando el curso para desarrollar un proyecto que necesito en otra área
 - c. Participando para conocer mas sobre estos cursos en Internet

Lo que espero de este curso

- Respuesta:
- a. Que sea como cualquier libro de enciclopedia
 - b. Que sea un curso donde pueda obtener un mejor concepto sobre los algoritmos genéticos
 - c. Participar opinando sobre los posibles errores de modo que pueda ayudar a mejorar el funcionamiento del curso
 - d. Que sea claro y entendible como cualquier otro curso