



RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos

Septiembre 2009

Editor: Eduardo Bustos Farías

RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos; es una publicación bimestral del Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro S/N, unidad “Profesional Adolfo López Mateos”, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México D.F. a través de la Escuela Superior de Computo; Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina Miguel Othón de Mendizábal. “Unidad Profesional Adolfo López Mateos”. Col. Lindavista C.P. 07738, México, D. F. tel. 57296000 ext. 52000. Certificado de reserva de Derechos al uso Exclusivo del título No. 04-2008-062613190500-203, ISSN en trámite. Los artículos son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario. Se autoriza la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite explícitamente la fuente. La revista se especializa en el área de los sistemas computacionales y electrónicos; tanto en el desarrollo, como en la investigación en:

Computo Móvil

Física Electrónica

Ingeniería de software

Procesamiento de señales

Inteligencia artificial

Comunicaciones

Electrónica

Robótica y cibernética

Computo educativo

Matemática computacional

Innovación Tecnológica

Distribución

La revista cuenta con 300 ejemplares que se distribuyen en:

Europa, Asia y América Hispana; mediante CD ROM y correo electrónico

Directorio



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

José Enrique Villa Rivera
Director General

Efrén Parada Arias
Secretario General

Yoloxóchilt Bustamante Diez
Secretaria Académica

José Madrid Flores
Secretario de Extensión e Integración Social

Héctor Martínez Castuera
Secretario de Servicios Educativos

Luis Antonio Ríos Cárdenas
Secretario de Gestión Estratégica

Mario Alberto Rodríguez Casas
Secretario de Administración

Luis Eduardo Zedillo Ponce de León
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas

Jesús Ortiz Gutiérrez
Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones

Luis Alberto Cortés Ortiz
Abogado General

José Leonardo Ramírez Pomar
Coordinador de Comunicación Social



ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

Apolinar Francisco Cruz Lázaro
Director

Flavio Arturo Sánchez Garfias
Subdirector Académico

Araceli Loyola Espinosa
Subdirectora de Servicios Educativos e Integración Social

Juan Vera Romero
Subdirector Administrativo

Jesús Yaljá Montiel Pérez
Jefe de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

Editor

Eduardo Bustos Farfás

RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos; es una publicación bimestral del Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro S/N, unidad "Profesional Adolfo López Mateos", Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México D.F. a través de la Escuela Superior de Computo; Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina Miguel Othón de Mendizábal. "Unidad Profesional Adolfo López Mateos". Col. Lindavista C.P. 07738, México, D. F. tel. 57296000 ext. 52000. Certificado de reserva de Derechos al uso Exclusivo del título No. 04-2008-062613190500-203, ISSN en trámite Los artículos son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario. Se autoriza la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite explícitamente la fuente.

Miembros del comité Revisor

(Todo el comité técnico está formado por doctores en ciencias o su equivalente)

Francisca Losavio de Ordaz (Venezuela)(Universidad Central de Venezuela)

Alfredo Matteo (Venezuela) (Universidad Central de Venezuela)

Emmanuel F. Moya Anica (México)

Edgardo Manuel Felipe Riverón (Cuba) (México)(CIC)

Luis Enrique Palafox Maestre (México)

Eduardo F. Caicedo Bravo (Colombia)

Hilda Ángela Larrondo (Argentina)

Guillermo Leopoldo Kemper Vásquez (Perú)

Elizabeth León Guzmán (Colombia)

María Cecilia Rivera (Chile)

Satu Elisa Schaeffer (Finlandia)(UANL)

Rafael Canetti (Uruguay)

Javier Echaiz (Argentina)

Pablo Belzarena (Uruguay)

Carlos Beltrán González (Italia)(Universitá di Genova)

Elena Fabiola Ruiz Ledesma (México)

Jonatan Gómez (Colombia)

Armando De Giusti (Argentina)

Juan José Torres Manríquez (México)

Jesús Yaljá Montiel Pérez (México)

Luis Alfonso Villa Vargas (México)

Marco Antonio Ramírez Salinas (México)

Félix Moreno González (España)(UPM)

Salvador Godoy Calderón (México) (CIC)

INDICE

Planes de Prevención y Recuperación de Desastres (PPRyD) en Redes WLAN..6 Federico Felipe Durán ¹ , Marco Acevedo Mosqueda ¹ , Ignacio Martínez Sánchez ¹6	6
Los ambientes Web para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas 14 Jazmín Adriana Juárez Ramírez ¹ , Fabiola Ocampo Botello ¹ 14	14
Sistema predictor de estructuras de proteínas utilizando Dinámica Molecular (MODYPP)..... 19 Marco Fernández Ramírez ¹ , Alfa Paredes Flores ¹ , Laura Ortiz Esquivel ² , Jorge Rosas Trigueros ¹ 19	19
Desarrollo de un sistema para el cálculo de enlace satelital 28 ¹ Rubén Díaz Cerón, ¹ Antonio Gustavo Juárez Gracia, ¹ Jaime Hugo Puebla Lomas 28	28
Software interactivo como apoyo en la enseñanza de los temas de Razón y Proporción 35 Elena Fabiola Ruiz Ledesma ¹ , Jesús Yaljá Montiel ¹ 35	35

Planes de Prevención y Recuperación de Desastres (PPRyD) en Redes WLAN

Federico Felipe Durán¹, Marco Acevedo Mosqueda¹, Ignacio Martínez Sánchez¹

¹ESIME Zacatenco Academia de Computación Departamento Académico de ICE, Instituto Politécnico Nacional

Av. IPN S/N Unidad Profesional Adolfo López Mateos Col Lindavista, México, D.F. 07738, México
Tel. 57-29-60-00, ext. 54755, correo electrónico: ffelipe100@hotmail.com

RESUMEN

Los desastres informáticos y de telecomunicaciones tienen costos muy altos para las organizaciones, si bien muchos de ellos son inevitables ante fenómenos naturales como temblores, inundaciones y otro tipo de eventos. El presente trabajo se centra en establecer Planes de Recuperación y Prevención de Desastres en redes WLAN

Palabras clave: Metodología, Prevención Recuperación, WLAN, Desastres, PRyD, contingencia, Seguridad Informática, AP, antenas 802.11, Sistemas de Respaldo.

ABSTRACT

The computing and telecommunications disasters have a very high cost for companies, colleges and all the people. Many disasters are impossible to avoid like earthquake, flooding and fire. This work propose Planning for prevent and recovery from disasters in Wireless Local Area Networks (WLAN)

Keywords: Methodology, Prevention, Recovery, WLAN, Backup Systems, PPRD, AP, Antenna, Disaster, Computing security, 802.11.

Introducción

Las redes de área local inalámbricas (WLAN) [3]; y en general las tecnologías inalámbricas para las telecomunicaciones, tienen una expansión muy alta en la actualidad. Las posibilidades de movilidad casi ilimitada, el bajo costo de instalación y las cada vez más altas tasas de transferencia de datos las hacen muy atractivas para todo tipo de organizaciones. Si bien se presentan problemas, principalmente de seguridad y puntos ciegos a la señal, esto no ha limitado su continuo crecimiento.

La cultura de prevención y recuperación de desastres en México está muy poco extendida. La mayoría de las organizaciones ni siquiera realiza tareas mínimas de respaldo de su información que les permitan salvaguardar la misma en caso de cualquier tipo de incidente sea pequeño o grande. Los documentos básicos para establecer un PPRyD como tener un inventario completo y actualizado de los equipos de cómputo y telecomunicaciones, planos de distribución física de tales recursos y catálogos de perfiles de puestos del personal encargado de tales no existen en las organizaciones y tampoco se tiene contemplado tenerlos en orden. Las tareas siguientes como establecer las fuentes de riesgo, diagramas de Fortalezas/Debilidades (SWOT en inglés) y concluir en sí un PRyD completo no son considerados en ningún momento.



Fig. 1 Inundación en la ciudad de Nueva Orleans por el Huracán Katrina

Las pérdidas que las empresas pueden tener, por no tener contempladas estas situaciones, son cuantiosas y pueden llegar a millones de dólares y a paralizar empresas o grandes áreas de compañías. Para México es difícil obtener datos precisos debido a la misma falta de cultura anteriormente mencionada.

Algunos ejemplos son los siguientes: El quince de octubre del 2006 ocurrió un temblor de magnitud 6.7 grados en escala de Richter en Hawaii. El tráfico aéreo fue suspendido, también en la energía eléctrica. Por precaución se solicitó que el agente permaneciera en sus casas. Debido a la sobre carga de llamadas en telefonía celular por habitantes que deseaban enterarse del estado de sus familiares y amigos, a la interrupción de la energía eléctrica que alimentaba Módems, ruteadores y switches el sistema quedó inhabilitado. EL impacto no fue tan grande debido a que el temblor sucedió en domingo, si hubiera ocurrido en un día hábil los daños económicos hubieran sido mucho mayores. El huracán Katrina provocó grandes daños en Nueva Orleans que afectaron todos los sistemas de la ciudad incluyendo los de comunicaciones e informáticos, Fig. 1.

Método

Para la elaboración e implementación de un PPRyD, de cualquier tipo se acostumbra seguir una metodología consistente en los siguientes pasos [7].

1. Levantamiento de datos: Se deben incluir Equipos de Cómputo, de Telecomunicaciones, Infraestructura Física, Personal, Seguridad Física e Informática, Sistemas de Respaldo Eléctrico e Informático.
2. Diagnóstico de riesgos y seguridad. Identificación de todas las posibles fuentes de Desastres: Incendio, Terremotos, Inundaciones, Deslizamientos de tierra, Derrumbes, Intrusiones Físicas e Informáticas, Fallas Eléctricas, Determinación de Vida Útil de Equipos incluyendo Software.
3. Análisis de Impacto: Cuantificar el costo monetario que tendrá la organización en caso de presentarse un Desastre con sus diversos escenarios, pérdida total, parcial. También se debe considerar las interrupciones que se tengan en la operación de la misma.
4. Guía Prototipo: Los responsables del Proyecto deben realizar un Prototipo del PPRyD que sirva de base para elaborar el documento final. Debe presentarse a todos los posibles actores de las contingencias, como documento de trabajo, para que participen activamente en su elaboración ya que ellos serán los que tendrían que ponerlo en práctica cuando fuera necesario.
5. Desarrollo del PPR y D: Con la ayuda de la Guía Prototipo se elabora una versión dura del Plan. Como ya se comentó la participación de los actores, auxiliados por especialistas, es importantísima, ellos conocen mejor que nadie su entorno de trabajo, generalmente han detectado e incluso sufrido por pequeñas contingencias y finalmente serán quienes operen el PRR y D en su momento.
6. Definir la declaración de desastre: El momento en que se deben iniciar las actividades del PRR y D es crítico.
7. Establecer Responsables: Esta tarea es de vital importancia. Si bien todos los actores que participan en una organización deben saber que acciones tomar durante una contingencia, debe existir uno o varios responsables encargados de la coordinación de las acciones y que sobre tomen en su momento las

decisiones críticas necesarias.

8. Pruebas y mejoras: Una vez que se tiene establecido el Plan, se debe probar y hacer los simulacros necesarios para verificar su efectividad y sobre todo ir familiarizando a los usuarios finales del Plan sobre el mismo.
9. Iniciar Plan de Prevención. El ideal de un PPyRD es nunca llegar a la contingencia, esto es que la parte dedicada a la prevención evitará que el desastre suceda.

El ideal de un PPyRD sería que la prevención evitará que se presente un desastre de cualquier tipo. Sin embargo esto es imposible. Existen desastres como los terremotos, incendios, derrumbes y huracanes, incluso ataques terroristas que si afectan seriamente la infraestructura física es casi seguro que afecten los sistemas informáticos y de telecomunicaciones y posiblemente los destruyan en buena parte. En el caso de los sistemas informáticos y las redes WLAN existen desastres, que aunque no lleguen a afectar físicamente a sus elementos pueden destruir casi en su totalidad la información del sistema. Es en estas indeseables situaciones en donde cobra importancia la parte del plan que involucra la recuperación de las funciones de los sistemas.

Es muy importante remarcar que si bien las actividades de prevención deben ser permanentes la declaración de contingencia es muy importante. La declaración oportuna permite que los daños sean menores y un retraso en el inicio de las actividades marcadas en el PPyRD puede llevar incluso a la destrucción total de los sistemas.

Las redes wlan

Una WLAN [6] está compuesta por un servidor, uno o más elementos de transmisión/Recepción como Puntos de Acceso o Antenas para 802.11 y un conjunto de usuarios de la red que cuentan con una computadora con tarjeta de acceso inalámbrico o bien un dispositivo móvil como una PDA, un iPhone que cuente con la capacidad de conectarse bajo el estándar 802.11 [3]. Por lo general y como sucede en todos los sistemas inalámbricos el servidor es la parte fija de la WLAN y la que tiene acceso vía cable a sistemas de telecomunicación más robustos y que brindan enlace hacia el exterior.

Servidor. Es muy frecuente tener un solo servidor en una WLAN encargado de los servicios de Internet, de correo, de impresión o de otro tipo, pero nada impide que se tengan más con funciones distribuidas entre todos ellos. La naturaleza y necesidades de la WLAN dictarán la cantidad y función de cada servidor de la misma.

Puntos de Acceso. Los Puntos de Acceso fueron los primeros dispositivos de Transmisión/Recepción que permitieron crear redes inalámbricas. El estándar marca que en espacio cerrados la señal alcanza alrededor de los cien metros, pero en espacios cerrados, se ha determinado que su alcance real y con buena efectividad es de alrededor de los 25 metros. Uno de los problemas típicos de los Puntos de Acceso son los puntos ciegos debido a los materiales de construcción donde se instala la WLAN. En esos casos la solución va desde instalar más AP's, buscar lugares con líneas de vista para entre todos los usuarios de la red y el AP hasta instalar antenas específicas para la WLAN.



Fig. 2 Imagen de un Access Point (AP)

Antenas 802.11. Las antenas [9] nacieron de la necesidad de superar varios de los problemas de los AP's, especialmente su alcance en lugares amplios de una organización. Por ese motivo las Universidades, Empresas Oficinas de Gobierno tienden a usar antenas en lugar de varios AP's tanto por el costo como por la facilidad de

instalación. Esto es que para dar mayor alcance se deben instalar varios AP's incrementado costo y tareas de instalación, mientras que con una sola antena se tendrían los mismos resultados. Incluso existen antenas que compiten en precio con los AP's. El alcance de las antenas está ligado a la potencia que es construida, en la práctica los autores han probado antenas que cubre los cien metros con buena eficiencia.



Fig. 3 Imagen de una antena para 802.11 en 5.4 Ghz

Computadoras con tarjeta inalámbrica. En un principio las computadoras debían instalar una tarjeta con capacidad de hacer el enlace al AP, en un tiempo breve la mayoría de las laptops incluyeron en su hardware la tarjeta de forma que se volvió una característica estándar de estos equipos. En la actualidad las computadoras de escritorio deben instalar una tarjeta para el acceso inalámbrico y las laptops ya la tienen incluida.

Dispositivos móviles. En los últimos cinco años, dispositivos netamente móviles como PDA's y iPhone, entre otros, tienen la capacidad de conectarse a las WLAN. En forma empírica se ha constatado que su alcance es similar a las tarjetas de las laptops.



Fig. 4 Modelo de Blackberry

IV pprd para Redes wlan

Los servicios que proporciona una WLAN pueden incluir varios aspectos: Proporcionar servicio a Sistemas Informáticos, Servicios de INTERNET en varios aspectos como correo electrónico, consultas y operaciones en línea, servicios educativos en aulas, videoconferencias, Soporte para INTRANET's entre otros.

Si bien todos los componentes de la WLAN son importantes para su operación puede considerarse que los componentes indispensables para su funcionamiento son el medio de comunicación ya sean AP's y/o Antenas 802.11 y el o los servidores. En otra dimensión, que tiene que ver con la energía, los sistemas de alimentación eléctrica son prioritarios para que la WLAN pueda operar. En el primer caso y pensando en una operación

mínima se requiere al menos un servidor y al menos un AP o una antena para que puedan seguirse realizando las operaciones. Para el segundo caso se deben considerar los sistemas auxiliares de energía, desde simple No-breaks que su soporte es de minutos hasta un par de horas, Unidades de Energía de Emergencia conocidos como UPS que proporcionan energía por horas hasta las plantas de emergencia que pueden soportar de forma permanente los fallos de energía eléctrica.

Especial interés para la operación de cualquier red de computadoras es la seguridad informática en todas sus vertientes: virus informáticos, robo de identidades, denegación de servicios, correo indeseado o SPAM entre otras amenazas. Las herramientas para prevenir y remediar los problemas cuando se presentan estas situaciones son amplias y variadas. Últimamente se han desarrollado medios que pueden proteger el espacio que rodea una WLAN de forma que intrusos o espías no puedan afectar la red como las proporcionadas por la empresa Air Defense.

La seguridad física es un tema que por lo general se olvida, tal vez sea por haberse comprobado que la mayoría de los ataques y robos a redes de computadoras provienen del interior de la organización o por gente que recientemente dejó de pertenecer a ella. El control de acceso físico por medio de vigilancia, los sistemas de entrada automáticos por medio de tarjetas magnéticas o los sistemas de acceso biométrico son medios que permiten un mejor control de las personas que entran a la empresa y deben de considerarse en un Sistema de Prevención de Desastres.

Un tema olvidado en México es el catalogo de perfiles de puestos. Saber que habilidades y que preparación tiene cada uno de los actores en una contingencia o desastre es primordial para poder asignar las responsabilidades y tareas a realizar

Los sistemas y políticas de respaldo no son de uso frecuente en México. En el mundo es variable la importancia que se les da. Los centros de cómputo, sobre todo los que manejan bases de datos deben contar con una política de respaldos establecida clara y que sea seguida por el personal que labora en ellos. También los usuarios de cualquier computadora, sea de uso personal o que esté conectada a una Red debe establecer su propia política.

Los elementos mínimos para establecerla son un medio de almacenamiento, que puede ser desde una memoria USB, CD's o DVD's, o discos duros externos o sistemas de respaldo especializados, ya sean en cinta o en disco duro. Una recomendación importante es que los respaldos deberían estar en una locación física diferente a donde se tiene la computadora o servidor, porque en caso de un desastre mayor que involucre destrucción de las instalaciones físicas los respaldos también serían dañados.

Tabla 1. Previsión de Desastres

	Sistema Evaluado	Desastres previstos			Herramientas para enfrentarlo	Nivel de preparación
		Tipo o Prioridad	Causa	Efectos o pérdidas		
1						
2						
3						
4						
5						

Una opción reciente en México son los DATA CENTERS [10], que son centros especializados, con tecnología de punta, de manejo de información y entre los servicios que brindan está el de respaldo de información, con una opción interesante puede hacerse de vía remota sin necesidad de llevar la información respaldada de manera personal.

El censo o levantamiento de riesgos es crucial. Algunos no son factibles de presentarse en alguna situaciones, por ejemplo temblores en zonas no sísmicas, deslaves un zonas planas entre otros. En cambio las descargas eléctricas, los incendios, la seguridad informática no puede faltar en el censo de riesgos.

Tabla No 2 Clasificación de Riesgos.

Principales Desastres	Pérdidas Posibles	Sistemas de Prevención	Disponibilidad	Recursos Necesarios Para Enfrentarlos
Fuego en edificios				
Afectaciones por agua				
Fallas de energía eléctrica				
Daños por Descargas eléctricas				
Fallas en servidores				
Fallas en AP o Antenas				
Seguridad Informática				
Personal con perfil inadecuado				
Mal ambiente laboral				

Una WLAN presenta aspectos interesantes para la recuperación de un desastre en telecomunicaciones, si se usan dos o más antenas o AP's.

Estos dispositivos permiten varias configuraciones y pueden montarse redes redundantes que permiten más de un circuito de transmisión colocando los dispositivos en diferentes ubicaciones físicas y por lo tanto pueden servir como red alternativa en caso de desastre o destrucción total de algunos de los dispositivos de transmisión.

Las Tablas 1 y 2 presentan formatos que permiten registrar información necesaria para diagnosticar y preparar la Prevención y la Recuperación del Desastre [4] [2]. El primer formato evalúa las capacidades de una organización para enfrentar una contingencia o desastre en los sistemas que son de su interés:

Actividad	En	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag
Inicio								
Levantamiento de Datos								
Análisis de riesgos y seguridad								
Prototipo o guía inicial								
Desarrollo de módulo de prevención								
Desarrollo del módulo de Recuperación								

Definición de Situaciones de contingencia y/o desastre								
Definición de Autoridad y Responsabilidad								
Pruebas y Mejoras								
Inicio del Plan								

Fig. 5 Calendario de Actividades

La organización puede establecer las calificaciones para los niveles de pérdidas, autocalificar las herramientas con que cuenta y el nivel de preparación para enfrentarlos. Los especialistas sugieren calificar de 1 a 5, por ejemplo si se considera que existen excelentes herramientas con 5 y 1 para la ausencia o mala calidad de las mismas.

El siguiente formato, en la Tabla 2, es para evaluar a la empresa en su preparación y recursos disponibles para enfrentar la contingencia. Ya se encuentra particularizada para las WLAN, pero nada impide que el usuario o diseñador del Plan incorpore los apartados que considere necesarios:

Cada organización debe particularizar el tipo de riesgo que puede enfrentar y de esa forma mejorar el formato de las dos tablas anteriores

La figura 3 presenta una recomendación de calendario de actividades a seguir, nuevamente, cada organización puede y debe ajustar de acuerdo a su tamaño, necesidades, misión y objetivos de tal calendario.

Otro formato que se debe desarrollar es el diagrama SWOT, por sus siglas en inglés, que consiste en enumerar las fortalezas, debilidades riesgos y oportunidades del medio en que se desenvuelve la organización. Existen varias versiones, todas muy similares, y bastante extendidas por lo que no se colocarán aquí

V Conclusiones

El presente trabajo presentó un Plan de Prevención y Recuperación de Desastres tanto informáticos como de telecomunicaciones para redes WLAN. Se partió de metodologías generales para cualquier tipo de organización y cualquier tipo de sistema para particularizar en los elementos de la WLAN y considerar sus características y problemáticas específicas, de forma que los responsables de las mismas cuenten con herramientas propias de los problemas a los que se pueden enfrentar. En la ESIME Zacatenco del IPN se han iniciado trabajos básicos para elaborar un Plan de este tipo, pero la inercia y falta de cultura informática han impedido que se tengan resultados tangibles.

Una aportación que se considera fundamental es incorporara diferentes puntos de vista para tener una visión más amplia de la situación. También se considera muy valiosa la recomendación de involucrar en la elaboración y operación del plan a los usuarios de la WLAN y en general a todas las personas de la organización ya que todas serán actores, de alguna forma, tanto en la prevención como en durante la contingencia del plan. Aprovechar su conocimiento del medio y hacerlos corresponsables a mostrado un gran éxito en otros proyectos como los Círculos de Mejora Continua y ese éxito se recomienda aprovecharlo en estos Planes.

Un punto muy descuidado y que también se sugiere reforzar es la elaboración de sistemas de respaldo informático. La información es en muchas organizaciones un valor muy alto y no considerado, que debe salvaguardarse [5]. Existen muchos ejemplos de pérdidas económicas debido a no conservara adecuadamente los archivos de las organizaciones...

VI Recomendaciones

Existe en México un retraso en varias actividades que si se llevaran a cabo sistemáticamente simplificarían las tareas tener “vivo” un Plan de Prevención y Recuperación de Desastres Informáticos y de Telecomunicaciones. Tareas como tener un inventario actualizado de los recursos de cómputo y telecomunicaciones, tener perfiles de puestos técnicos acordes con las funciones que realizan los recursos humanos, elaborar planes de mediano y largo plazo tanto para mantenimiento y actualización de los mismos recursos no se acostumbra. Por esta última razón los administradores de redes de computadoras, incluidos los de WLAN, investigan poco sobre tecnologías recientes de seguridad informática y de monitoreo. Cubrir de forma continua estas tareas simplificará la posterior elaboración los respectivos planes de prevención y recuperación. Para finalizar también se recomienda que las organizaciones analicen el clima organizacional existente

VII Referencias

- [1] Currian P., Silva Ch., Walle B. “*Open Source software for disaster management*”, Communications of the ACM, March 2007, Volume 50, number 3.
- [2] P Hayes, A. Hammons, “*Picking up the pieces*”, JIEEE Industry Applications Magazine, Dec 2002.
- [3] R. Olexa “*Implementing 802.11, 802.16 and 802.20 Wireless networks*” Elsevier 2005, United States of America.
- [4] R. Oelxa “*Implementing 802.11, 802.16 and 802.20 Wireless networks*” Elsevier 2005, United States of America.
- [5] G. E. Mahdy “*Disaster management in telecommunications, Broadcasting and Computer Systems*”, Wiley 2001, United States of America.
- [6] R. Rohde, R. Haskett “*Disaster Recovery Planning for academic computing Systems*” “Communications of the ACM, June 2009, Volume 33, number 6.
- [7] www.ieee.org/standards
- [8] www.recovery-disaster.net
- [9] www.squidoo.com/telecomdisasterprep
- [10] www.trendnet.com
- [11] www.triara.com

VIII Autores

Federico Felipe Durán. Recibió su título de Licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN. Actualmente es profesor titular en la ESIME Zacatenco del IPN. Realizó estudios de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Eléctrica en el CINVESTAV del IPN México. Sus intereses en la investigación incluyen las redes de computadoras, la ingeniería de sistemas aplicada a las telecomunicaciones y la Inteligencia artificial.

Marco Antonio Acevedo Mosqueda. Realizó sus estudios de licenciatura en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN. Actualmente es profesor titular en la ESIME Zacatenco. Obtuvo su grado de M. en C. con especialidad en Electrónica en la ESIME Zacatenco del IPN. Sus principales áreas de investigación son el Procesamiento Digital de Señales, el diseño y construcción de antenas y los Sistemas de Telecomunicaciones

Ignacio Martínez Sánchez. Realizó sus estudios de licenciatura en Ingeniería Mecánica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN. Actualmente es profesor titular en la ESIME Zacatenco. Obtuvo su grado de M. en C. con especialidad en Ingeniería de Sistemas en la ESIME Zacatenco del IPN. Sus principales áreas de investigación son la ingeniería de Sistemas de Calidad y la elaboración de proyectos.

Los ambientes Web para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas

Jazmín Adriana Juárez Ramírez¹, Fabiola Ocampo Botello¹

¹Escuela Superior de Cómputo, ESCOM-IPN. Av. Juan de Dios Bátiz Esq. Miguel Othón de Mendizábal S/N
Unidad Profesional Adolfo López Mateos. Col. Lindavista. CP. 07738. México D.F.
jjuaarezr@ipn.mx, focampob@ipn.mx, Tel. 5729.6000 ext. 52028.

Resumen. El potencial de Internet se está explotando para propósitos dirigidos a la educación como un recurso que no puede ignorarse. Una de las componentes importantes en el crecimiento y la evolución de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas es la aparición de la tecnología Web. En este documento se analizan las características que deben considerarse en el diseño y la implementación de ambientes Web para cursos de óptimo impacto. Se mencionan los resultados de algunos estudios que han aplicado los sistemas de aprendizaje basados en la Web en los cursos de matemáticas a nivel superior y medio superior. Finalmente se describe una experiencia en la cual se desarrolló un ambiente Web como complemento a un curso de probabilidad y estadística en una escuela de ingeniería.

Palabras clave: Tecnología Web, sistemas de aprendizaje ambientes Web.

Abstract. The Internet's potential is being exploited for purposes aimed at teaching as a resource that cannot be ignored. One of the important components in the growth and development of teaching and learning of mathematics is the emergence of Web technology. This paper analyzes the characteristics to be considered in the design and implementation of Web environments for optimal impact courses. We can see the results of some studies that have implemented systems Web-based learning in mathematics courses to senior and middle level higher. Finally, it describes an experience which developed a Web environment to supplement a course of Probability and statistics in a school of engineering.

Key words: Web technology, learning systems, Web environments.

Introducción

El uso de las redes de computadoras y en particular el Internet, para propósitos de enseñanza y aprendizaje ha recibido mucha atención en los últimos años. Se ha puesto mucha atención en el uso de estos recursos como medios de comunicación entre el profesor y el alumno, y entre diferentes grupos de alumnos [1]. Sin embargo, la justificación de Internet en los ámbitos educativos no se basa solamente en el hecho de facilitar la comunicación con personas de todo el planeta o tener información sobre cualquier tema, sino que se trata de una herramienta que puede utilizarse como recurso para mejorar los procesos de enseñanza, como mediadora en el aprendizaje o como soporte para ciertas formas de educación.

Se han identificado ciertos usos posibles de la computadora en la enseñanza de las matemáticas, tales como: práctica y ejercicio, herramientas para realizar el trabajo pesado, representaciones múltiples, simulaciones, representaciones dinámicas, programación y sistemas tutoriales inteligentes [2]. Aunque el desarrollo tecnológico ha sido enorme en años recientes, esta lista aún parece importante. La llegada de la tecnología Web, sin embargo, ha abierto un gran número de nuevas posibilidades y estas se han utilizado en los cursos de matemáticas que se presentan en línea, sin embargo la instrucción basada en la Web no es un simple mecanismo de distribución, sino un conjunto de herramientas coordinadas que permiten apoyar la enseñanza.

Una página Web bien diseñada, perfectamente estructurada con contenidos y servicios atractivos, se puede convertir en un espacio virtual de trabajo individual y cooperativo tanto para los estudiantes como para los profesores. Ningún programa de enseñanza o ninguna mediación tecnológica pueden abreviar el aprendizaje, es decir la construcción del conocimiento.

1. La tecnología Web en la Educación

Roberts [3] describe un cambio de paradigma provocado por la introducción de Internet en la educación argumentando:

“En el ámbito de la educación, se argumenta que estamos en un cambio de paradigma; el rechazo de un conjunto de valores e ideas sobre la educación y la adopción de una nueva serie en lo que respecta a lo que constituye la

pedagogía eficaz. Este cambio de paradigma se dice que está ocurriendo en todo el mundo pero con más rapidez en algunas zonas que otras, dependiendo de la disponibilidad de recursos, la infraestructura existente y el grado de desarrollo alcanzado”.

(Roberts, 1997, p.380)

La aparición de la tecnología Web en la educación se puede ver en tres fases [4]. En términos generales, un profesor o un estudiante que se convierta en un miembro de la comunidad Web pasa por tres etapas, las cuales se describen en términos de la relación entre la tecnología Web y el aprendizaje:

- Aprender sobre la Web: Esta es la etapa inicial para conocer de lo que se trata la Web.
- El aprendizaje de la Web: La Web no es un lugar terrible en donde los principiantes sufren. Puede ser un recurso que se disfrute tanto por los expertos como por los principiantes. Constantemente se producen dispositivos orientados para garantizar la facilidad de uso de la Web. El aprendizaje de la Web pueden ir desde tareas complejas de aprendizaje con el uso de la tecnología Java para crear potentes sitios Web, para aprender a navegar simplemente apuntando y haciendo “clic”. En otras palabras, la Web puede ser un gran desafío para los desarrolladores de software, así como una relajante herramienta para los navegantes de Internet.
- El aprendizaje a través de la tecnología Web: Esta es la etapa más importante de la orientación hacia esta tecnología. La Web proporciona una clave especial a la educación: La enseñanza y el aprendizaje pueden tener lugar en una realidad virtual. La enseñanza tradicional cara a cara en un salón de clases ya no es la única forma de enseñanza. Los estudiantes ya no se limitan a sus asientos delante de un profesor, no tienen que esperar el momento en que una biblioteca está abierta a la búsqueda de información.

2. Ambientes de aprendizaje basados en la Web

Actualmente en el contexto educativo existe la posibilidad de diseñar y crear materiales de naturaleza virtual que combinen básicamente la tecnología informática con contenidos audiovisuales y recursos comunicativos. Cualquier experiencia en el aula puede utilizar Internet como canal de mediación, pero hay que valorar dimensiones tales como: objetivos a conseguir, organización de los temas que permitan el desarrollo de los contenidos que se quieran incluir, medios recursos y enlaces que guíen la consecución de los parámetros anteriores y una evaluación que valore todo el proceso.

2.1. Consideraciones en el diseño

Para diseñar un curso de impacto se debe tener en cuenta los siguientes parámetros [5]:

- Material del curso. Los educadores con experiencia deben conocer las necesidades del estudiante en relación con el contenido de los cursos. Los alumnos necesitan cursos que estén actualizados y que sean relevantes para sus opciones de carrera. El contenido del curso no es constante a lo largo de los años, y todos los educadores deben trabajar para mantenerse actualizados.
- Estilos de aprendizaje. Suelen variar significativamente entre un típico grupo de estudiantes. El maestro enseña el curso sobre la base de su estilo de aprendizaje y la forma en que él/ella se enseña. Ciertamente la mayoría de los miembros del profesorado no suelen planificar su curso prestando atención de estilos de aprendizaje de sus alumnos. Muchos estudiantes abandonan la ciencia en parte debido a la planificación en relación con estos estilos de aprendizaje [6], [7]. Esta área suele ser el componente más débil del diseño de cursos.
- La pedagogía apropiada para cada curso. Debe ser tal que impulse el desarrollo del curso. Aunque el contenido de los cursos y la pertinencia del tema para muchas disciplinas pueden ser conocidos, a menudo no basta el enfoque que se da a la pedagogía necesaria para mejorar el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes. Los métodos eficaces de presentación puede variar ampliamente entre las disciplinas. La pizarra es todavía una herramienta excelente para su presentación, sin embargo, ahora también existe el tablero inteligente. Los profesores tienen ahora una amplia elección de la tecnología adecuada para mejorar la enseñanza en los cursos. La tecnología moderna puede mejorar considerablemente sus aplicaciones de una buena pedagogía. Por lo tanto, se debe considerar la forma de incorporar estas técnicas en un curso basado en Web.
- Evaluación. Debe también considerarse en la etapa de desarrollo de un curso. Al empezar el curso es muy importante conocer el nivel de la comprensión de estudiante del tema. También es importante que todos los estudiantes conozcan sus propios estilos de aprendizaje, y la mejor manera de enfocar el

aprendizaje basado en ellos. El estudiante y el profesor deben comprender los perfiles de su personalidad como ayuda en la forma de dominar la experiencia de aprendizaje. La evaluación involucrará estudios de contenido de conocimiento, antes y después de tomar el curso; estilos de aprendizaje; perfiles de personalidad y ambiente.

2.2. Calidad

Existen una serie de criterios para evaluar un sitio Web: facilidad de acceso, aspectos técnicos, resultados de aprendizaje, presentación de la información, aspectos de diseño, autenticidad, navegación y conexiones [8]. A cada uno de estos criterios se le podría formular una serie de cuestiones que proporcionen los correspondientes indicadores del nivel pedagógico del sitio Web en cuestión. Los aspectos considerados para evaluar la calidad de un ambiente de aprendizaje basado en la Web son:

- Actualización. Revisión constante e incorporación de la documentación.
- Coherencia. Debe ser clara con los objetivos propuestos.
- Claridad. Debe quedar claro al grupo al que se dirigen los contenidos, y adecuarse a sus necesidades.
- Autoría. Comprobar la certeza y la validez de la información, así como la fiabilidad de la institución que la realiza.
- Diseño gráfico, contenidos y multimedia. Debe tener un diseño agradable y simple, pero con una estructura de contenidos interesante y clara en la navegación.
- Estabilidad. La dirección (URL) debe ser fácil y no cambiar, para facilitar el acceso.
- Facilidad de navegación. Se debe navegar de manera ágil, sin perderse en las páginas.
- Practicidad. Está determinada por cuestiones tales como la facilidad de uso, requerimientos informáticos, organización lógica de la información. Un alto grado de practicidad permitirá al estudiante agilizar su proceso de formación.

3. La tecnología Web y las Matemáticas

La educación en matemáticas usando Internet se desarrolla como un nuevo modelo de enseñanza- aprendizaje con sus propias características y posibilidades [9]. Algunas investigaciones se han realizado con el propósito de conocer si el uso de un ambiente basado en tecnología Web beneficia el aprendizaje.

En la investigación llevada a cabo por Gourash [10] se desarrollaron tutoriales interactivos basados en Web como complemento de las lecciones en una clase de estadística. Se usó un diseño cuasi-experimental para comparar los resultados del aprendizaje de los estudiantes que asistieron a una de las dos clases en las que se ofrecen tutorías a los estudiantes como cursos optativos de crédito extras con aquellos que asistieron a clase solo de lecciones estudiantes que asistieron a la clase sólo de lecciones. Los resultados encontrados sugieren que los tutoriales basados en Web pueden ser un complemento eficaz a las lecciones en clase para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Nguyen y Kulm [11] estudiaron los efectos de una herramienta Web en la mejora del aprendizaje de las matemáticas y el logro de los estudiantes de nivel medio. Diseñaron un innovador instrumento de práctica basado en la Web, con respuesta corta al azar, de opción múltiple e incorporando automáticamente comentarios adaptados para los estudiantes de bachillerato participantes.

Slavit y Yeidel [12] reportaron un estudio en el que se investigan los efectos del uso de materiales basados en la Web en un curso de precálculo. Encontrando que los resultados de los alumnos, eran incompatibles con las metas de los instructores.

El estudio realizado por Galbraith, y Haines [13] mostró que los estudiantes que usan la computadora en su práctica de aprendizaje en matemáticas, disfrutaban las matemáticas. Gustan de las características de flexibilidad que proporciona la computadora, pasan mucho tiempo en la computadora para completar una tarea y disfrutaban probando nuevas ideas en la computadora. Concluyeron también que las aplicaciones basadas en la Web aumentan el nivel de confianza, la motivación, y la interacción.

Uno de los mayores beneficios de un sitio Web para los estudiantes, es el hecho que pueden aprender por ellos mismos [5]. Algunas de las razones por las cuales el aprendizaje de las matemáticas basado en la Web se ha expandido tan rápidamente puede encontrarse en el uso eficiente de la tecnología.

Sin embargo hay que considerar que los ambientes de aprendizaje basados en la Web no son infalibles, y que su uso por sí mismo no puede garantizar resultados óptimos en el aprendizaje. Lim [14] y Muse [15] interesados en el éxito de los alumnos universitarios al usar sitios Web, analizaron los factores que conducen al fracaso usando este tipo de herramienta tecnológica.

3.1. Un Ambiente Web como apoyo a los cursos de Matemáticas

Esta experiencia fue parte del proyecto de investigación educativa SEPI 20041534: "Análisis del impacto de la aplicación de elementos virtuales de aprendizaje en el apoyo a algunas materias del Depto. de Ciencias Básicas en la ESCOM-IPN". Como herramienta de apoyo al curso de Probabilidad y Estadística, se desarrolló un sistema de aprendizaje basado en Web, alojado en el sitio www.dian3.com. Este sistema permitió automatizar la administración de los procesos de enseñanza aprendizaje. Fue construido para con todas las aplicaciones normalizadas necesarias para proporcionar un e-learning competitivo. En el sitio se encontraba el contenido programático, los materiales didácticos empleados durante el curso, en formato de diapositivas, Word y archivos pdf.

Este sitio contaba con los siguientes elementos:

- Programa del curso.
- Apuntes, listas de ejercicios, tareas.
- Información sobre el avance del curso por grupo.
- Información sobre resultados de evaluaciones (personal y/o general).
- Chat, foro de discusión, buzón de sugerencias, efemérides

En este estudio participaron 32 alumnos inscritos en la materia de probabilidad en el semestre comprendido de enero a junio de 2005 en ESCOM-IPN. Se tomaron las calificaciones de los alumnos durante los tres semestres como instrumentos de medida. Se registró también el número de veces que cada estudiante entraba al sitio.

Al comienzo del curso se presentó la herramienta a los alumnos, indicando su uso, los diferentes menús y pidiéndoles que crearan una cuenta de usuario para tener acceso al material electrónico. Las clases durante el semestre se dictaron de forma tradicional, pero los materiales necesarios para la asignatura se alojaron en el sitio. La información respecto a las tareas, fechas de entrega de estas así como listas de ejercicios, fechas de exámenes, resultados de las diferentes evaluaciones, así como algún cambio de clase o emergencia se proporcionó mediante la página Web. El profesor de la materia que se desempeñaba también como Web-master, llevaba un registro del número de veces que cada estudiante accedía a ésta.

Se formularon algunas preguntas sobre temas relacionados con las materias para que los alumnos lo comentaran en el foro durante cada periodo.

Se calcularon los promedios de los alumnos, así como el promedio total por cada periodo. Se registró el número de veces de acceso a la página por alumno durante todo el curso, así como el número de veces total por periodo.

Comparando resultados del promedio de cada examen parcial 6.3, 6.54, 6.93, se observa una ligera mejora en el promedio general, aunque hay que observar que en el primer examen parcial los alumnos estaban aún familiarizándose con la herramienta. Por otro lado se debe observar que la dificultad en los contenidos varían de una unidad a otra y por lo tanto no se puede asegurar que cada parcial sea igual de complicado que su anterior. Sin embargo, hay que tener en cuenta que para el tercer examen algunos alumnos (20%) no se presentaron por considerarse reprobados en el curso, así que el resto de estudiantes mejoró su calificación de manera considerable para que el promedio general fuera el indicado anteriormente.

Registrando el número de veces que cada estudiante entraba a la página, se observó que esta aumentaba antes de cada examen parcial y sobre todo cuando se evaluaron los temas de distribuciones continuas de probabilidad. De los materiales consultados el que recibió más visitas fue un conjunto de problemas en formato PowerPoint. Algunos alumnos no visitaron la sala de foro y Chat en todo el curso, ya que las intervenciones eran de forma voluntaria.

4. Conclusiones

El uso de un ambiente de aprendizaje basado en la Web no es una tarea fácil y requiere de tiempo y planeación por parte de los profesores y del equipo. En esta era caracterizada por los avances tecnológicos y la expansión de las tecnologías de comunicación e información en todos los niveles, las instituciones educativas no pueden quedar fuera de este proceso de cambio. La implementación de sistemas basados en la Web podrá llevarse a cabo para el trabajo de los alumnos en el aula y fuera de ella apoyados por los profesores para lograr cambios y mejoras en el aprendizaje, sin dejar a un lado la enseñanza tradicional.

5. Referencias

[1]. Sloane, A.: Learning with the Web, experience of using the World Wide Web in a learning environment. Computers & Education 28 (1997) 207- 212.

- [2]. Schoenfeld, A. H.: Uses of computers in mathematics instruction. En Smith, D.A.; Porter, G.; Leinbach, L. & Wenger, R. (eds.): *Computers and Mathematics: The Uses of computers in Undergraduate Instruction*. Mathematical Association of America, Washington (1988) 1-11.
- [3]. Roberts, D.: The educational paradigm shift: possible implications for higher education and flexible learning. En Osborne, J.; Roberts, D. & Walker, J. (eds.): *Open flexible and Distance Learning: Education and Training in the 21 Century*. Launceston, University of Tasmania (1997).
- [4]. Lê, T. & Lê, Q.: A Web-based study of students' attitudes towards the Web. En Collis, B. & Oliver, R. (eds.): *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 1999*. Chesapeake, VA: AACE (1999) 747-752.
- [5]. Combs, L.: The Design, Assessment, and Implementation of a Web-Based Course. *Association for the Advancement of Computing In Education* 12 (2004) 27-37.
- [6]. Felder, R.: Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Styles in College Science Education. *Journal of College Science Teaching* 23 (1993) 286-290.
- [7]. Tobias, S.: *They're not dumb, they're different*. Science News Books, Washington, DC. (1990).
- [8]. Cabero, J.: *Educación en red: Internet como recurso para la educación*. Aljibe, Málaga (2002).
- [9]. Engelbrecht, J. & Harding, A.: Teaching undergraduate mathematics on the internet. Part 2: Attributes and Possibilities. *Educational Studies in Mathematics* 58 (2005) 253-276.
- [10]. Gourash, N.: Web-based tutorials for teaching introductory statistics. *Journal of Educational Computing Research*, 33 (2005) 309–325.
- [11]. Nguyen, D. M. & Kulm, G.: Using Web-based Practice to Enhance Mathematics Learning and Achievement. *Journal of Interactive Online Learning* 3 (2005) 3.
- [12]. Slavit, D. & Yeidel, J.: Using Web-based materials in large-scale pre-calculus instruction. *International Journal of Computers for Mathematical Learning* 4 (1999) 27-50.
- [13]. Galbraith, P. & Haines, C.: Disentangling the nexus: attitudes to mathematics and technology in a computer learning environment. *Educational Studies in Mathematics* 36 (1998) 275–290.
- [14]. Lim, C. K.: Computer self-efficacy, academic self-concept, and other predictors of satisfaction and future participation of adult distance learners. *American Journal of Distance Education*, 15 (2001) 41–51.
- [15]. Muse, H.: The Web-based community college student: An examination of factors that lead to success and risk. *Internet and Higher Education* 6 (2003) 241–261.

Sistema predictor de estructuras de proteínas utilizando Dinámica Molecular (MODYPP)

Marco Fernández Ramírez¹, Alfa Paredes Flores¹, Laura Ortiz Esquivel², Jorge Rosas Trigueros¹

¹Escuela Superior de Cómputo, Instituto Politécnico Nacional

²Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, Instituto Politécnico Nacional

E-mail: jlrosas@ipn.mx

Resumen. Este artículo presenta el fundamento y las partes que conforman una aplicación para la predicción de la estructura terciaria de una proteína a partir de su secuencia de aminoácidos utilizando un algoritmo que aprovecha la técnica de Programación Dinámica. A través de este algoritmo, se realiza la construcción de la estructura de la proteína ensamblando un aminoácido a la vez, encontrando la estructura de mínima energía a través de un modelo de Dinámica Molecular y reutilizando la estructura parcial hallada para determinar las estructuras siguientes.

Palabras clave: Predicción de Estructura de Proteínas, Dinámica Molecular, Java, Programación Dinámica.

Abstract. This article presents the theoretical basis and the modules of an application for the prediction of the tertiary structure of a protein from its amino acid sequence using an algorithm that takes advantage of dynamic programming techniques. In this algorithm, the construction of the predicted structure of the protein is built by joining an amino acid at a time, finding the lowest energy structure through a Molecular Dynamics model and reusing the partial structure to determine the structure in the next step.

Keywords: Protein Structure Prediction, Molecular Dynamics, Java, Dynamic Programming.

I. Introducción

El conocimiento de la estructura nativa de las proteínas es de gran importancia debido a que determina la función de las mismas y arroja mucha información potencialmente útil para el desarrollo de diversas aplicaciones, por ejemplo, el diseño de fármacos. Las limitaciones de los métodos experimentales para determinar las estructuras de algunas proteínas, así como la cantidad de secuencias de proteínas cuyas estructuras tridimensionales deben determinarse, hacen de los métodos computacionales de predicción una herramienta necesaria.

La resolución de las estructuras de miles de proteínas se ha conseguido a través de varios métodos experimentales de caracterización estructural, principalmente cristalografía de rayos X y resonancia magnética nuclear, que proporcionan estructuras de alta resolución. Sin embargo, sólo una pequeña parte de las proteínas cuya secuencia se conoce se pueden caracterizar así. Para una gran parte de la fracción de secuencias cuya estructura no puede determinarse experimentalmente, los métodos computacionales de predicción de estructura nos ofrecen información muy valiosa y útil para explicar gran parte de los aspectos funcionales que se pueden derivar del conocimiento estructural.

Existen diversos métodos que se utilizan actualmente para la predicción de proteínas. A continuación se describen a grandes rasgos dos de los métodos más recurridos para la predicción computacional de estructuras.

Los métodos *ab initio* buscan la estructura nativa como la conformación que corresponde al mínimo global de un potencial definido como una función determinada, que representa a la proteína y que se construye desde su secuencia. Estos métodos son computacionalmente costosos y su fiabilidad disminuye con el tamaño de la proteína, generalmente funcionan bien con secuencias que representen alrededor de cien átomos.

Por otro lado, también es común el modelado por homología (*Homology, Comparative Modelling*). La idea básica de la que surge esta aproximación descansa en el hecho de que la gran mayoría de las parejas de proteínas que presentan una identidad de secuencia mayor al 30% tienen estructura tridimensional similar [1]. De este

modo se puede construir el modelo tridimensional de una proteína de estructura desconocida, partiendo de la semejanza de secuencia con proteínas de estructura conocidas. Sin embargo, cerca del 60% de las secuencias de proteínas que surgen de los proyectos de secuenciación genómica, no tiene ningún homólogo de estructura conocida.

En el sistema descrito en este trabajo, se pretende predecir la estructura de las proteínas siguiendo el paradigma de Dinámica Molecular (DM), proponiendo un enfoque simplificado. Los modelos de DM aproximan el comportamiento de los átomos usando ecuaciones de la física clásica. La estructura de mínima energía se buscaría con la hipótesis de que la interacción de los aminoácidos que forman a la proteína simulará el fenómeno observado en la naturaleza de que el espacio de conformaciones no es exhaustivamente explorado, sino que se sigue una ruta directa a la estructura correcta [2]. A partir de las posiciones de los aminoácidos así obtenidas, se pretende predecir y graficar la estructura de la proteína.

II. Descripción de las Técnicas Utilizadas

En este apartado se describirán brevemente las técnicas utilizadas en el desarrollo del sistema MOlecular DYnamics Protein Prediction (MODYPP).

Dinámica Molecular

La Dinámica Molecular propone un modelo simplificado para simular las interacciones entre compuestos químicos a nivel molecular usando mecánica clásica. En el presente trabajo, se pretende utilizar una simulación por DM ya que describe movimientos continuos entre las moléculas, además de ser un puente experimental entre las estructuras y los datos cinéticos macroscópicos. Esencialmente, la representación mecánica de un sistema asume simplemente parejas aditivas potenciales. Esto modela la manera en que los átomos se mueven en respuesta a fuerzas intramoleculares e intermoleculares.

La energía potencial E de un modelo molecular (1) es típicamente construida como la suma de las contribuciones de los siguientes tipos de términos: longitud de enlace y ángulo de tensión del enlace ($E_{bond} + E_{bang}$), un potencial de torsión (E_{tor}), el potencial de corto alcance para modelar la repulsión en las separaciones intraatómicas cortas y la atracción a distancias de van der Waals (E_{ij}) y el potencial de Coulomb entre pares de átomos cargados en el sistema (E_{coul}).

$$E = E_{bond} + E_{bang} + E_{tor} + E_{ij} + E_{coul} \quad (1)$$

Características estructurales de las proteínas

Una proteína es una biomolécula de gran tamaño compuesta por unidades más pequeñas denominadas aminoácidos que se enlazan formando cadenas largas y complejas.

La unión de un bajo número de aminoácidos da lugar a un péptido. Si el número de aminoácidos que forma la molécula no es mayor de 10, se denomina oligopéptido, si es superior a 10 se llama polipéptido y si el número es superior a 50 aminoácidos se habla ya de proteína.

Un aminoácido (AA) es una molécula que contiene un grupo carboxilo (-COOH) y un grupo amino (-NH₂), unidos al mismo átomo de carbono. A este carbono se le conoce como carbono alfa (C α).

Los aminoácidos pueden expresarse en general por la fórmula NH₂-CHR-COOH, siendo R un radical característico para cada aminoácido llamado también cadena lateral ó radical (Figura 1). Generalmente los aminoácidos son clasificados según las propiedades de su cadena lateral.

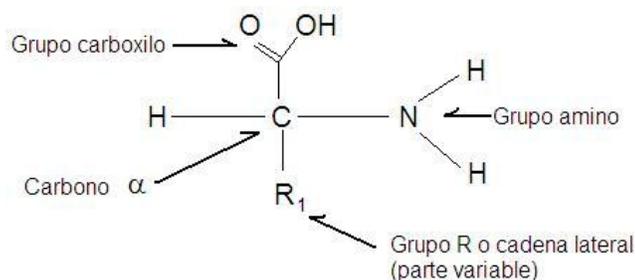


Figura 1. Fórmula semidesarrollada de un aminoácido.

Existen 20 aminoácidos esenciales que dan lugar a las proteínas y forman un conjunto de moléculas con características más restringidas. En la Tabla 1 se muestra el nombre, la abreviatura y el símbolo para cada aminoácido esencial.

Tabla 1. Los 20 aminoácidos esenciales.

Alanina (Ala, A)	Cisteína (Cys, C)	Ácido Aspártico (Asp, D)	Ácido Glutámico (Glu, E)
Fenilalanina (Phe, F)	Glicina (Gly, G)	Histidina (His, H)	Isoleucina (Ile, I)
Lisina (Lys, K)	Leucina (Leu, L)	Metionina (Met, M)	Asparagina (Asn, N)
Prolina (Pro, P)	Glutamina (Gln, Q)	Arginina (Arg, R)	Serina (Ser, S)
Treonina (Thr, T)	Valina (Val, V)	Triptófano (Trp, W)	Tirosina (Tyr, Y)

La unión entre dos aminoácidos está formada por un enlace covalente entre el grupo carboxilo de un aminoácido con el grupo amino de otro; su formación (una reacción de deshidratación) presupone la pérdida de una molécula de agua entre los dos aminoácidos (un OH del grupo carboxilo y un H del grupo amino) y el enlace así formado se llama enlace peptídico.

A primera vista podría pensarse en las proteínas como polímeros lineales de AA unidos entre sí por medio de enlaces peptídicos. Sin embargo, la secuencia lineal de AA puede adoptar múltiples conformaciones en el espacio. La estructura primaria viene determinada por la secuencia de AA en la cadena proteica, es decir, el número de AA presentes y el orden en que están enlazados. La conformación espacial de una proteína se analiza en términos de estructura secundaria y estructura terciaria. La asociación de varias cadenas polipeptídicas origina un nivel superior de organización, la llamada estructura cuaternaria.

Un polipéptido puede ser considerado también como una sucesión de planos peptídicos. El giro en torno al enlace que une el carbono α con el nitrógeno del plano anterior se mide con el ángulo ϕ . El giro en torno al enlace que une al carbono α con el carbono del plano posterior se mide con el ángulo ψ (Figura 2). La conformación global del polipéptido se define por los ángulos ϕ y ψ de cada carbono α . El giro en torno al enlace que une el carbono α con el siguiente carbono de la cadena lateral se mide con el ángulo χ_1 . Los sucesivos ángulos de torsión de la cadena lateral se denominan $\chi_2, \chi_3, \dots, \chi_n$.

Programación Dinámica

La idea de utilizar la técnica de Programación Dinámica surge por el hecho de que la estructura tridimensional de una proteína se determina por la conformación espacial que adopta la secuencia de aminoácidos que la componen, por lo que el problema puede ser dividido en subproblemas.

En principio, un algoritmo usando la técnica “divide y vencerás” parecería ser la opción más viable, sin embargo, el inconveniente se presenta cuando los subproblemas obtenidos no son independientes, sino que existe un solapamiento entre ellos, como es el caso de una secuencia de aminoácidos. En éstos, la programación dinámica nos puede ofrecer una solución aceptable. La eficiencia de esta técnica consiste en resolver los subproblemas una sola vez, guardando sus soluciones para su futura utilización.

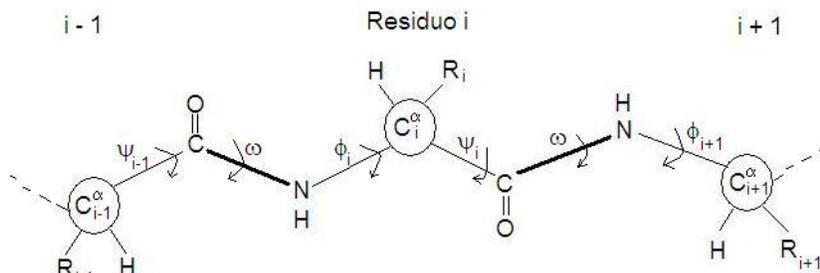


Figura 2. Ángulos de diedro ϕ y ψ .

La solución de problemas mediante esta técnica se basa en el llamado principio de optimalidad enunciado por Bellman [3]. Principio de Optimalidad: “Cualquier subsecuencia de decisiones de una secuencia óptima de decisiones que resuelve un problema también debe ser óptima respecto al subproblema que resuelve.”

III. Desarrollo

En esta sección se presenta un panorama de la unión y desarrollo del sistema MODYPP.

Algoritmo MODYPP

En el algoritmo MODYPP (Figura 3), la estructura de mínima energía se calcula inicialmente para los dos primeros aminoácidos de la secuencia, y esa solución se utiliza para resolver la estructura con el tercer aminoácido de la secuencia, obteniéndose una nueva estructura que a su vez se utiliza para encontrar la estructura formada con el siguiente aminoácido y así sucesivamente hasta terminar con la secuencia completa, es decir, cuando se haya encontrado la estructura tridimensional de la proteína.

Algoritmo:

Sea P una proteína con una secuencia S conformada por un número N de aminoácidos (AA). Sea también el AA en la posición n de S , para $n > 1$.

1. Realizar el enlace peptídico entre el AA n y el AA $n-1$.
2. Girar p grados el ángulo ϕ entre el AA n y el AA $n-1$.
3. Girar p grados el ángulo ψ entre el AA n y el AA $n-1$.
 - a. para el AA $i=1$ hasta el AA $i=n-1$

$E += \text{Potenciales}(n, i)$, donde E es la energía calculada para esa posición.
 - b. Almacenar el valor mínimo de E junto con los ángulos ϕ y ψ .
4. Repetir desde 3 hasta agotar los posibles giros de ψ .
5. Repetir desde 2 hasta agotar los posibles giros de ϕ .
6. Actualizar la estructura para n aminoácidos con el valor encontrado para E , ϕ y ψ .
7. Si $n < N$ entonces $n += 1$ y regresar al paso 1.

Figura 3. Algoritmo MODYPP.

Este procedimiento tiene implícita la hipótesis de que cada aminoácido que se incorpora a la estructura no busca desestabilizarla, sino que trata de adecuarse a la misma y fortalecerla (a través de la formación de enlaces como puentes de hidrógeno, interacciones hidrofóbicas, etc.), siguiendo una ruta directa a la estructura correcta.

Esta forma de concebir el problema y su solución, resulta muy atractiva ya que la cantidad de cálculos que se realizan para calcular la posición de un solo aminoácido con respecto a una estructura, es mucho menor

comparada con la cantidad de cálculos que se harían si se trata de recalculer dicha estructura cada que se integre un nuevo elemento a ella. Los cálculos se reducen más aún si comparamos este algoritmo con la mayoría de los métodos *ab initio*, ya que en estos métodos se busca un mínimo global de una función multivariada que representa a la proteína y que se construye desde su secuencia, elevando drásticamente la cantidad y la complejidad de los cálculos que se realizan. Es por eso que estos métodos tienen un costo computacional tan alto.

Potencial de longitud de Enlace (E_{bond}) y de ángulo de enlace (E_{bang})

Debido a que el algoritmo que utiliza MODYPP mueve arbitrariamente los átomos de los diferentes aminoácidos respecto a los ángulos φ y ψ únicamente, y considerando también que el sistema utiliza valores experimentales para las longitudes y ángulos óptimos de los diferentes enlaces existentes, el algoritmo de MODYPP garantiza que tanto el potencial de longitud de enlace (E_{bond}), así como el potencial de ángulo de enlace (E_{bang}) tengan un valor mínimo y constante, ya que al variar φ o ψ , no se ven afectados ni la longitud ni los ángulos de enlace por lo que no es necesario calcular dichos potenciales.

Potencial de Torsión (E_{tor})

MODYPP calcula el potencial de torsión de una manera muy eficiente, aprovechando también las características ya mencionadas sobre el uso de valores experimentales y la rotación arbitraria sobre φ y ψ . La ecuación 2 muestra el potencial de la energía de torsión utilizado para realizar los cálculos, donde V_1 , V_2 y V_3 son la altura de la barrera rotacional del diedro para cada periodo y θ es el ángulo de torsión.

$$E(\theta) = \frac{V_1}{2}[1 + \cos(\theta)] + \frac{V_2}{2}[1 - \cos(2\theta)] + \frac{V_3}{2}[1 + \cos(3\theta)] \quad (2)$$

Potencial de corto alcance

El potencial que representa las interacciones no enlazadas a corto alcance utilizado por MODYPP es un potencial híbrido entre el potencial de la forma 6/12 de Lennard-Jones (1) y el potencial de van der Waals que utiliza funcionales de la densidad (3). Esto se debe a que cada potencial ofrece una ventaja y una desventaja; la forma de Lennard-Jones tiene la ventaja de considerar un efecto repulsivo cuando los átomos se encuentran a distancias muy pequeñas, sin embargo, requiere de parámetros experimentales muy específicos que resultan difíciles de conseguir y verificar. Por su parte, el potencial que utiliza funcionales de la densidad no considera el efecto repulsivo cuando los átomos se encuentran a distancias muy pequeñas, pero a diferencia del de Lennard-Jones, utiliza parámetros experimentales bien definidos en el trabajo de Wu y Yang [4].

$$E_{LJ} = \frac{-A_{ij}}{r_{ij}^6} + \frac{B_{ij}}{r_{ij}^{12}} \quad (3)$$

Los coeficientes de atracción (A_{ij}) y repulsión (B_{ij}) del potencial de Lennard-Jones (1), están relacionados mediante la expresión $B_{ij} = \frac{A_{ij}}{2}r_{ij}^0$, donde r_{ij}^0 es la suma de los radios de van der Waals de los átomos i y j y r_{ij} es la distancia entre los átomos. Por su parte, el potencial que utiliza funcionales de la densidad, considera un coeficiente de dispersión que se puede considerar como el coeficiente de atracción de la forma de Lennard-Jones, y utiliza también un factor C_{ij}^6 de escalamiento global y una función f_{dmp} que evita que la energía decrezca indefinidamente a distancias menores de la distancia r_{ij}^0 . El potencial que utiliza MODYPP (4) saca provecho de las dos formas descritas anteriormente, ya que utiliza los valores experimentales utilizados por funcionales de la densidad y a partir de estos valores, calcula un coeficiente de repulsión de manera que tome en cuenta las interacciones a distancias muy pequeñas.

$$E_{MODYPP} = -s^6 \frac{C_{ij}^6}{r_{ij}^6} f_{dmp}(r_{ij}) + \frac{B_{ij}}{r_{ij}^{12}} \quad (4)$$

Potencial de Coulomb

MODYPP utiliza el potencial de Coulomb (5) de la forma

$$E_{coul} = K_{coul} \frac{q_i q_j}{\epsilon r_{ij}} \quad (5)$$

Donde K_{coul} es un factor de conversión necesario para obtener la energía en unidades de $Kcal/mol$ con las unidades de carga usadas típicamente. Estas unidades se llaman unidades de carga electrostática (esu) y están definidas como la carga repelida por una fuerza de 1 dyna cuando dos cargas iguales están separadas por un centímetro. En estas unidades, la carga del electrón es de 4.80325×10^{-10} . La constante de proporcionalidad correspondiente para la ley de Coulomb es $K_{coul} = 1/4\pi\epsilon_0$, donde la permeabilidad del vacío ϵ_0 es igual a $8.8542 \times 10^{-12} J^{-1} m^{-1} C^2$. De esta manera, para obtener la energía en $kcal-mol$ utilizando *Angstroms* para la distancia y *esu* para las cargas parciales, la constante de conversión es la mostrada en (6).

$$K_{coul} = \frac{(6.0221 \times 10^{23} mol^{-1})(10^{10} A)(4184^{-1} Kcal)(1.622 \times 10^{-19})^2}{4\pi(8.8542 \times 10^{-12}) esu^2} \approx 332 \frac{Kcal}{mol} \cdot \frac{A}{esu^2} \quad (6)$$

La reducción de la energía mediante un factor adimensional $1/\epsilon$ en el potencial de Coulomb, es apropiada si las partículas cargadas están inmersas en un medio distinto al vacío. MODYPP utiliza una aproximación muy simple a la función dieléctrica donde $\epsilon(r)=r$ porque las moléculas de agua del solvente no están representadas explícitamente en el modelo.

Por otro lado, la selección de las cargas parciales para cada átomo es un tema de gran dificultad en los cálculos de mecánica molecular ya que los diferentes enfoques de la mecánica cuántica arrojan diferentes valores; por esta razón, se sugiere la determinación de las cargas parciales basadas en difracción de rayos X. MODYPP utiliza los valores de carga establecidos en el campo de fuerza OPLS/AMBER [5].

Interfaz del Sistema

La interfaz del sistema MODYPP (Figura 4) fue realizada utilizando la API Swing de Java y cuenta con cinco módulos que permiten al usuario iniciar una predicción nueva, continuar una predicción existente, visualizar el desarrollo de la predicción e introducir información adicional sobre la proteína útil para generar archivos de salida.

El usuario puede iniciar una predicción nueva cargando una secuencia de aminoácidos desde un archivo o bien puede introducir la secuencia manualmente. Posteriormente, el usuario debe llenar los campos con la información mínima de la proteína que permiten generar los archivos de salida para la predicción. Cuando el usuario inicia la predicción puede visualizar el desarrollo de la misma, mediante gráficos en tercera dimensión sobre los cuáles puede realizar operaciones básicas como zoom y rotación. Además puede conocer los valores de energía calculados en cada etapa de la predicción.

El sistema MODYPP genera un archivo de respaldo con formato propio, el cual contiene la información sobre la proteína y los avances que se tengan de la predicción; esto permite al usuario realizar predicciones en más de una sesión. Esto quiere decir que el usuario puede terminar el programa con una predicción inconclusa y continuarla posteriormente, sin perder los avances que ya se tenían.

Cuando la predicción termina, el sistema genera un archivo con formato PDB que contiene las coordenadas moleculares de la estructura predicha y ofrece al usuario la posibilidad de analizar este archivo con un software especializado sin tener que abandonar la aplicación.

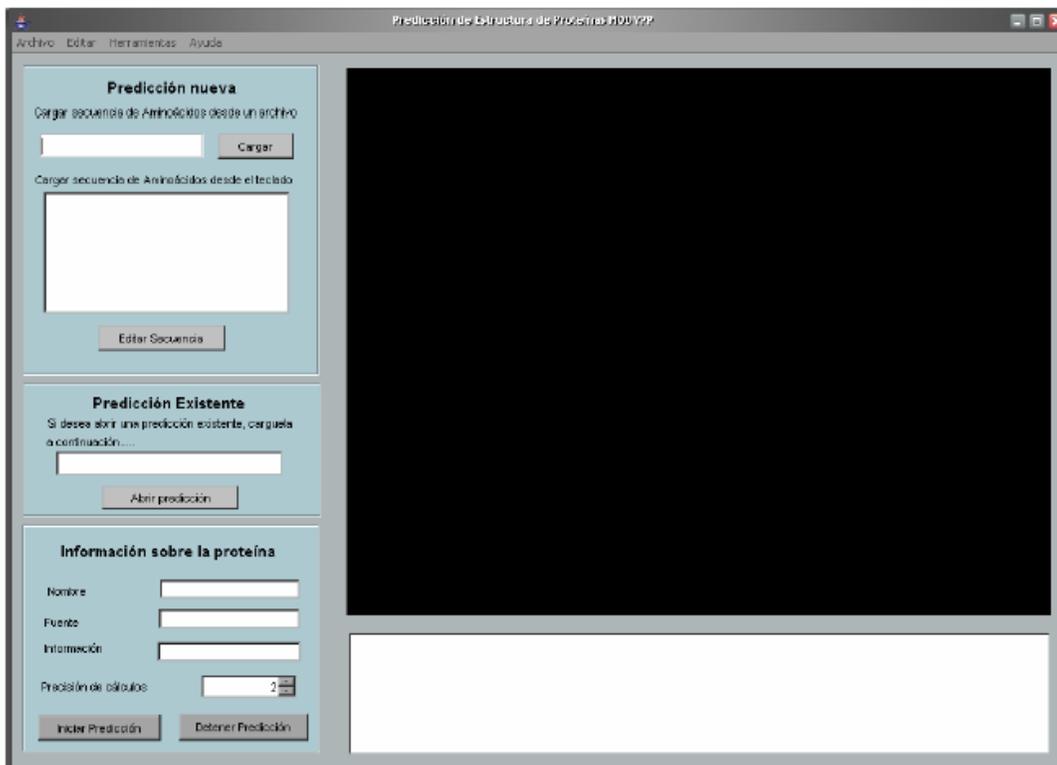


Figura 4. Interfaz Gráfica del sistema MODYPP.

IV. Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo, los cuáles son suficientes para determinar que los módulos desarrollados funcionan adecuadamente, así como los aspectos que requieren una evaluación o algún ajuste de manera que aporten sustancialmente al objetivo de este trabajo.

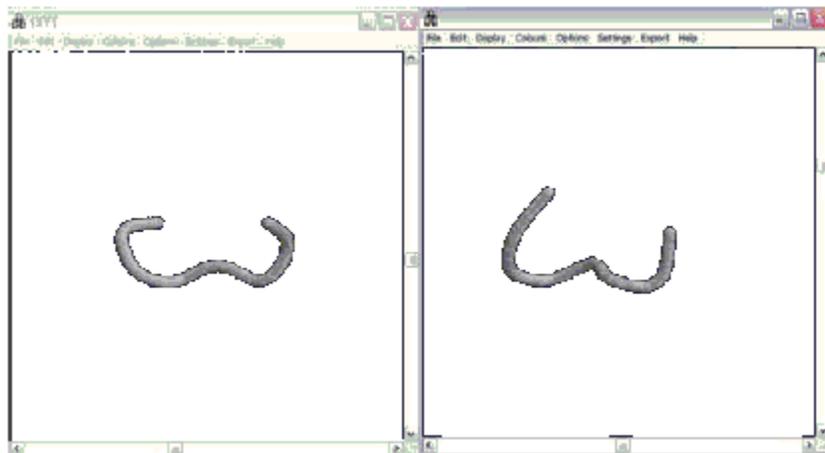


Figura 5. Predicción para la oxitocina. La imagen de la izquierda corresponde a la proteína original mientras que la de la derecha corresponde a la predicción realizada por MODYPP.

Las primeras pruebas que se realizaron al sistema, consistieron en la predicción de pequeños polipéptidos. La primera predicción se realizó para la hormona oxitocina, la cual se compone de ocho aminoácidos, y presenta giros considerables que modifican la estructura primaria que se deben a las interacciones entre los

aminoácidos. Esta prueba permite observar si el programa está considerando las interacciones que modifican la estructura primaria sin que necesariamente den lugar a estructura secundaria. En la Figura 5 se muestra la estructura experimental de la oxitocina (lado izquierdo) que se obtuvo del archivo del PDB (PDB ID: 1NPO) [6] y la predicción hecha por MODYPP (lado derecho). Las dos imágenes fueron capturadas del visualizador RasMol a partir de los archivos PDB; nótese que el estilo en el que se muestra el péptido es de tipo “cartoon” lo cual permite observar fácilmente la estructura de la proteína, sin perderse en la cantidad de átomos y enlaces.

Cabe notar que, a pesar de que se realiza una búsqueda hasta cierto punto imprecisa, la forma que adquiere el péptido es muy similar a la conformación de referencia.

V. Conclusiones y Trabajos Futuros

Primeramente, es muy importante mencionar que la hipótesis central de este trabajo, la cual se refiere a que el último aminoácido en incorporarse a una cadena polipeptídica tiende a fortalecer la estructura en lugar de desestabilizarla, constituye un nuevo enfoque y una nueva opción metodológica capaz de ofrecer resultados satisfactorios para la predicción de estructuras de algunas proteínas constituidas por una cadena polipeptídica.

La utilización de la Programación Dinámica en el diseño del algoritmo del sistema ofrece una solución eficiente al problema ya que reduce la complejidad temporal y espacial del sistema considerablemente. Además, el algoritmo presentado en este trabajo puede ser mejorado, especialmente la búsqueda de los mínimos de energía, la cual se puede realizar de manera más eficiente utilizando técnicas de inteligencia artificial, ya que actualmente MODYPP realiza una búsqueda exhaustiva de las posibles formas que la estructura puede adoptar, lo cual reduce considerablemente el desempeño del sistema, puesto que se requiere una cantidad enorme de iteraciones para realizar una búsqueda de gran precisión. Sin embargo, el procedimiento actual que MODYPP utiliza permite generar información adicional que puede resultar de gran utilidad.

Un ejemplo claro de esto es la generación de superficies de energía para las diferentes combinaciones de pares de aminoácidos. Estas superficies permitirían conocer los valores mínimos de energía y los ángulos ϕ y ψ que corresponden a estos mínimos.

La precisión de las predicciones realizadas por MODYPP puede incrementarse si se toman en cuenta algunos factores como por ejemplo la consideración de un solvente en el medio, la rotación de la cadena lateral de los aminoácidos de acuerdo a los ángulos χ y la búsqueda arbitraria de enlaces por puentes de hidrógeno y de disulfuro.

Un primer acercamiento a la utilización de un solvente en la predicción se puede obtener modificando el valor de la constante dieléctrica en el potencial de Coulomb. Sin embargo, lo más adecuado sería incluir moléculas del solvente en la predicción, basándose en la densidad del mismo solvente para determinar la cantidad de moléculas que se deben incluir. Esta consideración puede resultar de gran utilidad para definir de manera más clara las regiones hidrofóbicas e hidrofílicas de una proteína.

La rotación de la cadena lateral de cada aminoácido en base a los ángulos χ_1 , χ_2 , χ_3 y χ_4 permitiría encontrar mínimos globales al momento de calcular la energía y además puede dar lugar a la formación de enlaces por puentes de hidrógeno o puentes de disulfuro. Por su parte, la búsqueda arbitraria de los posibles enlaces por puentes de hidrógeno o de disulfuro pueden contribuir a una mejor elección al momento de modificar la estructura, ya que se sabe que la estructura de mínima energía potencial no es siempre la estructura que corresponde a una proteína.

MODYPP es un programa multiplataforma programado completamente en lenguaje Java siguiendo el paradigma orientado a objetos. Este enfoque facilita la comprensión del problema y su solución, sin embargo, es apropiado señalar que una versión de MODYPP siguiendo el paradigma de la programación estructurada y en lenguaje C ofrecería muchas ventajas ya que sería considerablemente más rápido y permitiría incluir los factores ya mencionados para incrementar la precisión de las predicciones; los cuáles no serían prácticos al implementarlos en Java puesto que la complejidad temporal del sistema aumentaría considerablemente y la portabilidad que ofrece Java ya no sería suficiente para justificar la velocidad del sistema.

Referencias

- [1] Sander, C. y Schneider, R., Proteins Vol. 9 (1991) 56
- [2] Schlick, T., Molecular Modeling and Simulation. An Interdisciplinary Guide, Springer, NY (2002)
- [3] R. Bellman, Dynamic Programming, Princeton University Press, (1957)
- [4] Wu, Q., y Yang, W., Empirical correction to density functional theory for van der Waals interactions, J. Chem. Phys. Vol. 116, (2002) 515
- [5] J.W. Ponder, D.A. Case, Force fields for protein simulations, Adv. Prot. Chem. Vol. 66 (2003) 27-85
- [6] J. P. Rose, C. K. Wu, C. D. Hsiao, E. Breslow, B. C. Wang, Crystal structure of the neurophysin-oxytocin complex, Nature Structural Biology Vol. 3 (1996) 163-169

Desarrollo de un sistema para el cálculo de enlace satelital

¹Rubén Díaz Cerón, ¹Antonio Gustavo Juárez Gracia, ¹Jaime Hugo Puebla Lomas

¹Escuela Superior de Cómputo, ESCOM-IPN. Av. Juan de Dios Bátiz Esq. Miguel Othón de Mendizábal S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos. Col. San Pedro Zacatenco. CP. 07738. México D.F.
rubenc890210@hotmail.com, cicata81@gmail.com, jpuebla@ipn.mx,

RESUMEN. El presente trabajo expone un modelo para un sistema informático que realiza los cálculos necesarios, a partir de los parámetros (frecuencia, diámetro de la antena, FEC y otros más) introducidos por el usuario del sistema para realizar un enlace de comunicación vía satélite (enlace de subida y enlace de bajada) en México, utilizando las características de transmisión y cobertura que ofrece Satmex 5 en sus especificaciones en comunicación en banda C.

Palabras Clave: Ancho de banda, ángulos de apuntamiento, Banda de comunicación, cálculos, enlace vía satélite, Satélite.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la tecnología satelital ha recobrado gran importancia en el terreno de las comunicaciones. El desarrollo de la fibra óptica parecía que iba a obstaculizar la evolución de los satélites artificiales de comunicación, como consecuencia de sus características en la transmisión, cobertura de transmisión, capacidad, durabilidad, etc. Pero pocos pensaron en los diversos retos que debía enfrentar esta tecnología de comunicación (geográficos, climáticos, y sobretodo financieros)^[1].

El siglo XX ha sido denominado el siglo de la globalización donde las comunicaciones tienen un rol detonador, ya que se ha podido alcanzar la tecnología, para poder construir estos dispositivos y así utilizarlos para establecer la comunicación entre diversos puntos del planeta debido a las características que estos nos ofrecen como son el tiempo de vida, el ancho de banda y su cobertura dependiente del tipo de satélite a utilizar.

El papel principal de las comunicaciones vía satélite es la de poder enlazar dos puntos que se encuentran a larga distancia de una manera más rápida y confiable.

Una estación terrena "A" emite una señal que es recibida por el satélite, el satélite la amplifica y la retransmite inmediatamente, la estación terrena "B" recibe la señal y contesta. Así es como se inicia una comunicación vía satélite.

Estación terrena se refiere a un equipo de telecomunicaciones situado en un punto fijo en la Tierra destinada a establecer comunicación con una o varias estaciones espaciales, puede ser transmisora, receptora o transreceptora^[2].

Además de las estaciones terrenas se tienen que tomar en cuenta más aspectos para la comunicación con son las bandas de comunicación C y Ku, estas bandas son las más comerciales. Cada una de estas dos bandas presenta características únicas. Banda C trabaja con un rango de frecuencias de 4 – 8 Ghz., mientras que banda Ku presenta un rango de frecuencias de 12 – 18 Ghz. Pese a esto se tomo en consideración la atenuación por lluvia en dichas bandas de comunicación ya que es un factor muy importante en el proceso de comunicación satelital para que este se realice de una manera efectiva, banda C presenta atenuación por lluvia 0 dB/Km, mientras que Ku si presenta atenuaciones por lluvia.

Esto implica que también se presentan diversas situaciones y variables en la comunicación vía satélite que se tienen que tomar en cuenta para poder desarrollar este sistemas de manera correcta, algunos de estos aspectos son las pérdidas de información durante la transmisión, la ganancia de la antena de transmisión y recepción, etc.

El *cálculo de enlace* es un procedimiento matemático que nos permite evaluar la calidad de la señal existente en un canal de comunicación vía satélite considerando los niveles de potencia en todo el sistema.

La metodología de cálculo que se emplea se basa en dividir al cálculo del enlace satelital en tres partes principales:

- a) enlace ascendente
- b) enlace descendente
- c) evaluación del enlace

Cada una de las partes anteriores conjunta una serie de conceptos físicos y procedimientos matemáticos con cierta independencia que nos permiten manejarlos por separado; en las dos primeras partes se trata de obtener las relaciones (C/N) totales ascendente y descendente, donde C representa la señal y N es el ruido, representando en conjunto la relación portadora a ruido. En tanto que en la última parte se determina el margen del enlace.^[3]

La relación portadora a ruido (C/N), se refiere a la diferencia existente entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia de ruido existente en el sistema.

Para efectos de este trabajo se pretende trabajar con el satélite Satmex 5 que se encuentra en una órbita geoestacionaria a 116.8 grados al oeste, que fue fabricado por Hughes Space & Communications, en California, EUA, lugar en donde se construyó la primera y segunda generación de satélites mexicanos. En el trabajo de diseño e integración de este satélite participaron ingenieros mexicanos, la vida útil esperada de Satmex 5 es de 15 años. Satmex es una empresa mexicana que opera este satélite desde su centro primario en Iztapalapa, D.F. y cuenta con un centro de control alterno en Hermosillo, Sonora, con lo que se garantiza la operación del sistema, de la misma forma que se hizo para los satélites Solidaridad. Tiene celdas solares de arseniuro de galio y cuenta con nueva tecnología en la batería y el sistema de propulsión, para operar con 24 Transpondedores de banda C y 24 de banda Ku de alto poder. Esta capacidad en banda Ku le permite la transmisión de señales de televisión directa al hogar (DTH) Televisión Directa al Hogar, a antenas menores de un metro de diámetro; su PIRE (potencia isotropita radiada efectivamente) y sus márgenes de G/T que es la figura de merito, le dan capacidad suficiente para hacer radiodifusión digital con gran confiabilidad; además, los haces de cobertura brindan servicio a casi todo el continente americano.

2. METODOLOGIA

Se considera el siguiente diagrama (Fig. 1) que muestra el flujo de información dentro del sistema.

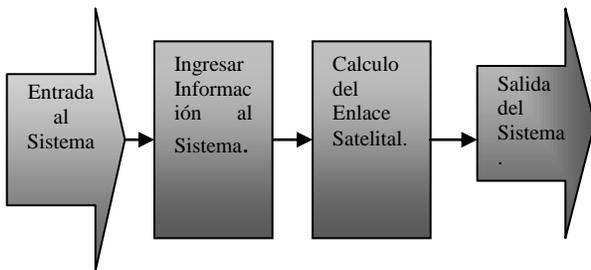


Fig. 1 Diagrama de flujo

El diagrama está dividido en cuatro secciones que se describen a continuación:

- **Entrada al sistema.** Esta referido los usuario que van operar este sistema para la realización de algún o algunos cálculos para enlaces satelitales.
- **Ingresar información al sistema.** Esta información es requerida por el sistema para realizar tanto los cálculos preliminares en donde se requiere que el usuario introduzca las longitudes tanto del satélite como de la estación terrena, diámetro, frecuencia y eficiencia de la antena y la velocidad de información a transmitir, para el enlace ascendente no se

requiere y para en enlace descendente se requiere ingresar la relación figura de merito G/T de la estación terrena receptora.

- **Cálculo del enlace satelital.** Este modulo está dividido a su vez en tres pequeños módulos para los cálculos del enlace satelital:
 - *Los cálculos preliminares* son aquellos que nos generarán una serie de datos necesarios para el cálculo de enlace propiamente dicho, de acuerdo a ésta metodología se calcula el ancho de banda, los ángulos de apuntamiento de azimut y elevación que presentaran las antenas, y la distancia entre la estación terrena y el satélite. El ancho de banda aquí calculado, es el que la señal de comunicación necesita para transmitirse y se relaciona con la cantidad de ruido total que afectará en la relaciones C/N que definen la calidad del enlace^[3].
 - El *enlace ascendente* se considera la relación señal a ruido que corresponde a la trayectoria de la señal que sale de la estación terrena hacia el satélite, es decir en este cálculo estarán comprendidos los parámetros de la etapa transmisora de la estación terrena, así como los parámetros del satélite para este fin^[5]. Primeramente se evalúa la relación C/N_{asc}, es decir, la relación de potencia de la portadora respecto del ruido propio del equipo receptor del satélite, en el que interviene la potencia de transmisión de la estación terrena conocida como PIRE, las pérdidas debidas a la dispersión, la absorción de energía por parte de la atmósfera, la pérdida por apuntamiento, la diferencia en alineación de las polarizaciones de satélite y E/T, la atenuación que produce la lluvia y las características de ruido y ganancia del satélite.
 - En el *enlace descendente* el satélite retransmite la señal que ha recibido de la estación terrena transmisor a través de su antena esta señal es captada por la antena de la estación terrena receptora, por lo tanto los parámetros involucrados son el PIRE del satélite hacia la localidad receptora PIRE_{SAT} la característica G/T de la antena de la estación terrena receptora, las pérdidas en el espacio libre, las pérdidas de apuntamiento, pérdidas por polarización y las pérdidas por interferencias.^[4] Además de que también calculara el *margen del enlace*, que es el parámetro que nos indica la calidad total del enlace, que considera el nivel de potencia en el equipo receptor de acuerdo a una calidad esperada en la información recibida y la calidad de la información proporcionada por el enlace, en función de la potencia total de la portadora.
- **Salida del sistema.** Se refiere a los resultados arrojados por el sistema que serán información útil para algún enlace satelital por medio de dichos cálculos, estos se podrán guardar en archivos con extensión .txt.

3. RESULTADOS

El objetivo de este trabajo es desarrollar un sistema que realice los cálculos del enlace satelital a partir de los parámetros que ingresara el usuario, en dicho sistema se podrán guardar los resultados en un archivo con extensión .txt.

Por tanto realicemos una prueba del sistema, primeramente tomemos como ejemplo la aplicación que nos ofrece Satmex en su página oficial, dicha aplicación nos permite realizar los cálculos para obtener los ángulos de apuntamiento y la distancia entre el satélite y la estación terrena.

Tomemos como ejemplo que la localidad es la ciudad de México, la latitud y longitud de dicha ciudad es de 19.4°N y 99.15°W respectivamente, obviamente tomando como siguiente parámetro el satélite que es satmex5 con una longitud de 116.8°W, la aplicación de Satmex (Fig. 2) nos arrojo los resultados de los ángulos de apuntamiento y la distancia.

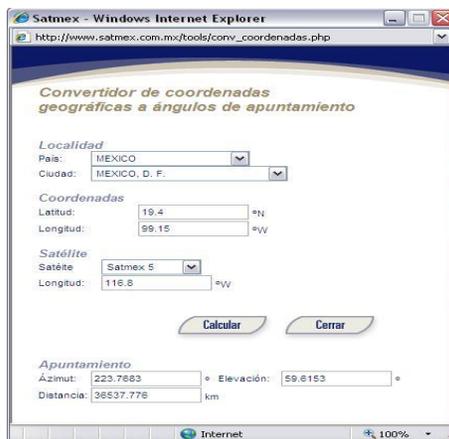


Fig.2 Aplicación para el cálculo de ángulos de apuntamiento^[6].

Comparándolo con nuestros cálculos preliminares (Fig. 3) nos damos cuenta en primera instancia que los resultados del sistema son iguales a los de la aplicación de

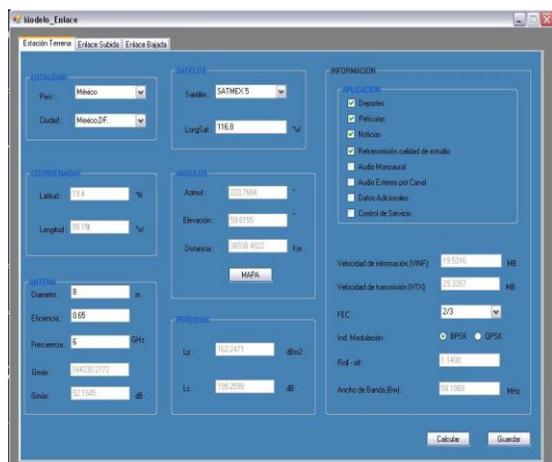


Fig. 3 Cálculos Preliminares

Como se puede apreciar hay una sección de información en la cual se eligió que se enviaría para esta prueba Deportes, Películas, Noticias, con Retransmisión en calidad de estudio, en base a esto se obtuvo la velocidad de información y de transmisión de acuerdo a los valores establecidos en la siguiente tabla^[5]:

Aplicación	Velocidad de información (Mbps)
Deportes	4.008
Películas	3.456
Noticias	1.520
Retransmisión calidad de estudio	8.000
Audio monoaural	0.128
Audio estéreo por canal	0.256
Datos adicionales	0.096
Control de servicio	0.1536
Bits adicionales	% 15 de la suma total

El programa toma de la base de datos información de la tabla que en total nos arroja la suma de 16.984Mb a este resultado se le tiene que sumar el 15% de la velocidad para la corrección de datos, por lo que el resultado es de 19.5316Mb, que es el mismo resultado que nos arroja el sistema. Tomando en base a la velocidad de la información, se calculo la velocidad de transmisión de acuerdo a la formula ya establecida que es el cociente de dividir la velocidad de información entre el FEC elegido que en este caso es de 2/3, el resultado nos da 29.3217Mb, al igual que el resultado de la velocidad de información el resultado es el mismo, procedemos a realizar el cálculo de el ancho de banda tomando como valor constante el Roll-off que es igual a 1.14. Ahora hemos terminado de calcular los parámetros preliminares para dar paso a los cálculos de los parámetros del enlace ascendente y descendente.

La figura 4 muestra cómo es que el usuario se puede desplazar a través de la cuadrícula hasta posicionarse en las coordenadas del satélite en el mapa.

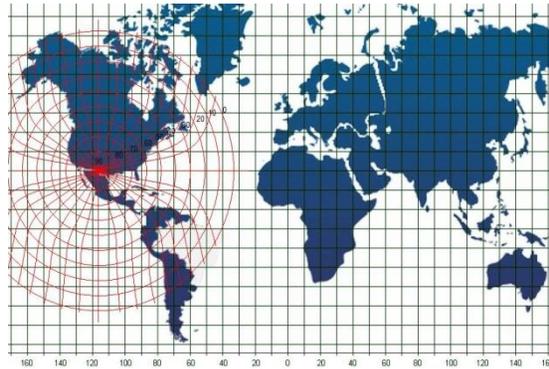


Fig. 4 Mapa de visualización de ángulos.

La siguiente pantalla (Fig. 5) muestra los cálculos necesarios para el enlace ascendente, como lo es la densidad de flujo de saturación (DFS) que nos provee de un resultado del que depende la pira de la estación terrena, que en conjunción la perdida por propagación nos da el resultado requerido que es 93.7055dB/Hz que nos representa la relación portadora a densidad de ruido.

Este parámetro es requerido para calcular finalmente la C/N del sistema.



Fig. 5 Cálculos para enlace ascendente

La siguiente pantalla (Fig. 6) muestra los cálculos necesarios para el enlace descendente, se puede notar que de dejo abierta una de las cajas de texto que corresponde a la relación G/T de la estación terrena, ya que este depende de la temperatura del sistema generada por la temperatura del receptor y la temperatura ambiente y a su vez depende de la Ganancia Máxima de la antena.

Se toma de la base de datos de la tabla de satmex5 el parámetro de la PIRE de acuerdo a las características de Satmex 5 en banda C de comunicación que es de 39dBw. En base a esto se calcularon las relaciones de C/N totales en la recepción, se le dio un plus al cálculo que le permitirá saber al usuario cual es el margen del enlace, por obviedad se tienen que haber

calculado los parámetros del enlace ascendente y descendente, así como los preliminares, ya que el cálculo del margen requiere calcular otros dos parámetros que son la C/N total calculada por las relaciones C/N del enlace ascendente y descendente, y C/N requerida que se calcula tomando en cuenta a la velocidad de información y el ancho de banda.

El margen en este caso fue de 11.4668dB, que cumple de acuerdo a la regla del margen ya que este debe tener un valor mínimo de 0.

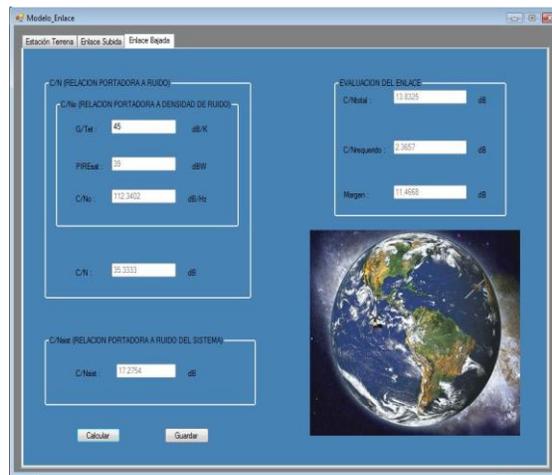


Fig. 6 Cálculos para enlace descendente

Finalmente los cálculos realizados se podrán guardar en archivos .txt como en la figura 7, para que estos puedan ser consultados en otra ocasión por el usuario.

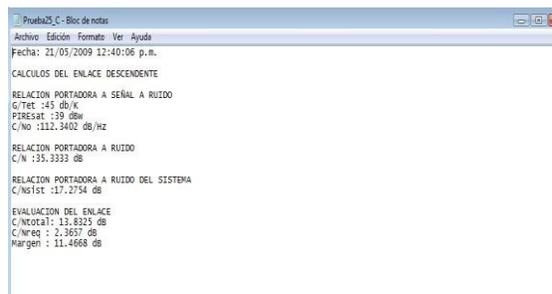


Fig. 7 Archivo de texto

4. CONCLUSIONES

Del presente trabajo se puede concluir que los enlaces vía satélite han tenido y seguirán teniendo un gran auge dentro del área de las telecomunicaciones, sobretodo en video y en datos, ya sea para poder mejorar nuestra comunicación a cualquier parte del planeta.

Teniendo a su vez como principal objetivo mejorar la calidad de la señal para evitar la pérdida de información al transmitirla de un sitio a otro.

Los sistemas para realizar los cálculos de enlace satelital requieren mucho tiempo para calcular cada parámetro tanto del enlace ascendente como descendente.

Por otro lado aunque los enlaces de comunicación en la Banda C son de mayor costo por el equipo requerido se tiene la certeza que la pérdida de información será menor.

5. TRABAJO A FUTURO

Como se menciono anteriormente este sistema provee al usuario una herramienta que le permita realizar los cálculos del enlace satelital de una manera más rápida y sencilla, además también de evitar la pérdida de información guardando sus resultados en archivos de texto.

Este sistema se limito por cuestiones de tiempo a que solamente trabajaría para obtener cálculos dentro de la república mexicana, utilizando el satélite satmex5 que nos provee buenas características de transmisión con su huella satelital, además que solo realiza cálculos específicamente para banda C de comunicaciones, que está nos provee de un dato muy importante que es el que se tiene atenuación por lluvia cero que es muy bueno para los enlace porque hay menor perdida de información.

Tomando en cuenta sus limitaciones se puede obtener en un futuro un sistema completo de para el cálculo de enlaces satelitales agregando:

- Una base de datos más grande que contenga las latitudes y longitudes de las ciudades no solo de la república si no a otros países mas, como pudiera ser Estados Unidos o algún país de Sudamérica.
- Tomar en cuenta las características de más satélites nuevos como lo es satmex6, que por su gran potencia de transmisión nos permite que las estaciones terrenas sean más pequeñas, en cuanto a equipo.
- Otro factor interesante seria que el sistema ajustara algunos parámetros que permitan optimizar el ancho de banda a utilizar mediante los resultados obtenidos por el margen del enlace, ya que por lo regular se maneja que el margen sea de 1.

Agregando estas características a las empresas se les hace muy atractivo que se maneje tal sistema con versatilidad en sus funciones, ya que esto les facilitaría mucho la obtención de los cálculos para diferentes partes del mundo, dependiendo de la complejidad que se quiera el sistema.

6. REFERENCIAS

[1] Fernando Gutiérrez y Octavio Islas C. (2000). "Los satélites artificiales de comunicación en el siglo XXI". Disponible en: <http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/antiores/n16/satelites16.html>

[2] Glosario de Términos de Satmex (2008, Octubre), Disponible en: <http://www.satmex.com.mx/english/clientes/glosario.php>

[3] Diseño de enlaces vía satélite (2003), Dirección de Trafico y Soporte al Cliente, Satmex, pp.3, 4, 6.

[4] Documentación de los requerimientos técnicos para la introducción de telefonía domiciliar vía satélite en la aldea El Naranja en el municipio de La Libertad del departamento del Petén (2006, Mayo), César Augusto Montejo Cardona, pp. .

[5] Cálculo de Enlace Satelital (2006, Octubre), Olivia A. Alva Vargas, SEP-DGVTVE-CETE.

[6] Aplicación Convertidor de coordenadas geográficas a ángulos de apuntamiento de Satmex (2009, Mayo), Disponible en: <http://www.satmex.com.mx/clientes/atencion.php?Opcion=4#>

Software interactivo como apoyo en la enseñanza de los temas de Razón y Proporción

Elena Fabiola Ruiz Ledesma¹, Jesús Yalja Montiel¹

¹Escuela Superior de Cómputo, ESCOM-IPN. Av. Juan de Dios Bátiz Esq. Miguel Othón de Mendizábal S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos. Col. Lindavista. CP. 07738. México D.F.
efruiz@ipn.mx, yalja@ipn.mx

Resumen: En el presente trabajo se muestran las dificultades detectadas en la construcción de los conceptos de razón y proporción simple y directa en estudiantes de sexto grado de primaria (niños de 11 años de edad), y nos propusimos conocer las posibilidades que podía ofrecernos un material multimedia dirigido a estudiantes de primaria al trabajar estos tópicos. El soporte teórico lo constituye estudios realizados por investigadores que han trabajado lo relacionado a las estrategias seguidas por los estudiantes al resolver problemas de razón y proporción. Dentro de la metodología incorporamos la observación a un grupo de sexto grado de primaria, el diseño y aplicación de un cuestionario ya que interesó tener un conocimiento de cómo los estudiantes que culminan la primaria están organizando los componentes cualitativos del pensamiento y cómo desarrollan aspectos cuantitativos de su pensamiento proporcional, también como parte de la metodología está el diseño de las actividades que integraron el software interactivo¹.

Introducción

Muchas de las necesidades que presentan los alumnos de secundaria o bachillerato, tienen sus raíces en la escuela elemental. En efecto, hay temas de matemáticas que se introducen en la primaria y dependiendo de la forma como se traten, así como de la construcción que de los conceptos involucrados en ellos se haga, es lo que permite a los estudiantes avanzar hacia la comprensión de conceptos que trabajarán en los siguientes niveles educativos. Este es el caso de **razón y proporción**, ya que la enseñanza de estos tópicos se inicia en la escuela elemental y sirven de base para posteriores conceptos (Ruiz, E.F. 2000). Por otra parte, el incremento de proyectos educativos que incluyen el uso de un componente tecnológico es impresionante. Esta situación motiva a los maestros e investigadores a incluir nuevos aparatos tecnológicos o uso de páginas WEB que apoyen la enseñanza presencial. Por lo tanto, la traducción de nuestra reflexión al rol que el componente tecnológico puede jugar en la enseñanza de nociones tales como razón y proporción es inmediata (Lupiañez, J.L. & Moreno, 2001). En el presente artículo, introducimos algunas actividades desarrolladas en una WEB interactiva. El diseño de estas actividades fue basado en observaciones y los resultados obtenidos de un cuestionario diagnóstico aplicado a estudiantes de educación primaria.

1. Planteamiento del problema

Identificar si las actividades de enseñanza de razón y proporción diseñadas mediante un software interactivo, permiten al estudiante de 11 años de edad lograr consolidar los conceptos involucrados, desarrollando su pensamiento proporcional cualitativo² y ayudándolo a recuperar el sentido que tiene su pensamiento proporcional cuantitativo.

2. Aspectos teóricos

3.1 Sobre razón y proporción

Algunos investigadores que se incluyen en este marco se enfocaron en todo lo que acompaña a la producción del conocimiento, en donde se exhibe cómo los estudiantes se enfrentan a un problema y lo que piensan en torno a él (es el caso de los trabajos de Piaget, 1978; Piaget e Inhelder, 1978). Otros estudios examinaron la realización o los logros de los estudiantes y el uso de estrategias de solución a problemas sobre razonamiento proporcional como lo reportado en Karplus, Pulos y Stage (1983); Lesh, Post y Behr (1988), Lesh, R. y Doerr, H. M. (2000), Cotret, R. S. (1991).etc. Así como lo

¹ Se da un especial agradecimiento a Octavio Flores Salgado por el apoyo con la programación del Interactivo.

² Lo cualitativo es lo que se apoya en reconocimientos lingüísticos creando categorías de comparación, como grande, pequeño. Dentro de lo cualitativo entra lo intuitivo, que es el dato muy recostado en la experiencia, en lo empírico, en los sentidos.

mostrado por Streefland, L. (1984^a y b), en relación al énfasis que se debe dar a que la enseñanza temprana de razón y proporción debe partir de niveles cualitativos de reconocimiento de éstas y hacer uso de recursos didácticos que favorecen el desarrollo de patrones perceptuales, en apoyo a los correspondientes procesos de cuantificación.

Otro investigador como Verganud (1991), se interesó en las estructuras aditivas y multiplicativas y en el uso de la tabla para el reconocimiento del operador escalar y el operador función.

Se hace referencia a la didáctica de la matemática como la actividad fundamental para la enseñanza de razón y proporción, así como la importancia que tienen las herramientas didácticas desarrolladas por el diseñador y sobre esto, se menciona la Fenomenología Didáctica de Freudenthal (1983) junto con otros antecedentes considerados para la construcción realista de las matemáticas.

Streefland, (1991 y 1993) recupera las definiciones de Freudenthal sobre razones internas y externas, en donde Freudenthal (1983) señala y Streefland ratifica que la distinción entre los dos tipos de razones se debe, originalmente, a dos diferentes tipos de procesos cognitivos en el sujeto:

1) Asimilación de elementos similares, con variaciones de un elemento de un tipo particular.

2) Relación entre diferentes elementos, con la construcción de un nuevo concepto: ${}_aR_b$, ${}_cR_d$.

Por otra parte, como Coll (1983a y b, 1990 y 1995) dice, los esquemas de conocimiento que el alumno activa ante una nueva situación de aprendizaje constituyen su característica individual más importante en esta situación y tienen una dinámica interna que la intervención pedagógica no puede ignorar ni tratar de sustituir. La ayuda pedagógica consiste en crear condiciones adecuadas para que se produzca esta dinámica interna y para orientarla en la dirección que se pretende, en este caso, con la enseñanza de la web interactiva hay una fuerte intención hacia la construcción de los conceptos de razón y proporción simple y directa.

Hasta aquí, todo lo señalado como parte de los aspectos teóricos del presente artículo, plantea la relevancia de razón y proporción como objetos de investigación.

3. Método

4.1 Sobre los sujetos de investigación

Se trabajó en un escenario natural, con 29 alumnos pertenecientes a una escuela pública, quienes se encontraban cursando el sexto grado de primaria. Es un grupo heterogéneo y se concentran sólo si la actividad les llama la atención.

4.2 Acerca de la secuencia de los instrumentos metodológicos

Primeramente, se realizaron observaciones que de acuerdo a Bisquerra, R. (1989), estas fueron tanto directas en el aula, como indirectas, a través de las actividades desarrolladas por los alumnos en sus cuadernos. Posterior a las observaciones, se aplicó un cuestionario diagnóstico con la finalidad de tener un acercamiento a los alumnos, en cuanto a su forma de trabajar al enfrentarse a problemas de razón y proporción. Se continuó llevando a cabo una serie de sesiones en las que se aplicaron problemas de razón y proporción simple y directa para que fueran resueltos por los estudiantes, siendo la investigadora observada por personas involucradas en el campo de la matemática educativa, con el interés de confrontar las situaciones vividas por los alumnos en dicho marco.

4.2.1 Cuestionario Diagnóstico

El cuestionario estuvo integrado por 10 tareas, divididas en dos bloques, en el primero se encuentran aquellas que pretendían revisar aspectos cualitativos del pensamiento proporcional del estudiante y la transición hacia el pensamiento cuantitativo. En el segundo bloque se encuentran las actividades referidas a la revisión propiamente del pensamiento proporcional cuantitativo de los alumnos.

En las figuras 1 y 2 se muestran algunas tareas del primer bloque.

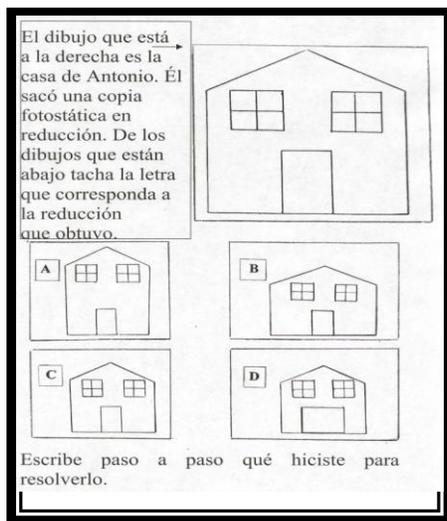


Figura 1. Tarea 1 cuestionario inicial.
Elegir la casa reducida basándose en lo perceptual

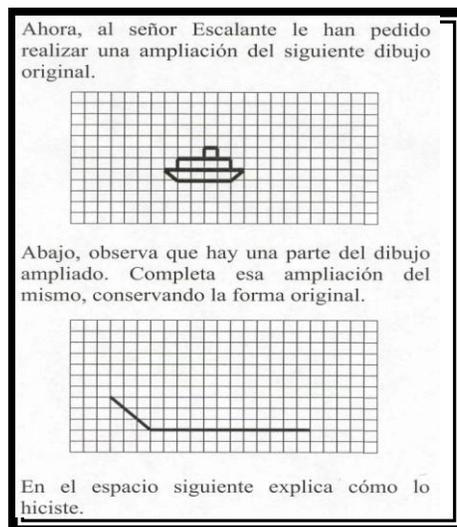


Figura 2. Tarea 4 cuestionario
Completar la ampliación, apoyados en la cuadrícula

4.2.2 Exposición y discusión de resultados obtenidos en el cuestionario diagnóstico

Hay varios aspectos que se detectaron en cuanto al pensamiento cognitivo de los estudiantes, a través de las estrategias que emplearon en la resolución de las tareas, y que se resumen brevemente.

No se ha explotado al máximo el pensamiento cualitativo de los estudiantes en torno a la proporcionalidad, lo cual se observó cuando manifestaron concentración en una de las dimensiones de las figuras que se les pedía reducir o ampliar. El visualizar en su conjunto un dibujo, y no fijarse en cada una de las partes de él, para poder seleccionar la reducción del original, muestra la necesidad de trabajar más el aspecto cualitativo de la proporcionalidad, por lo que fue considerado como un aspecto que demandaba el estudiante ser trabajado en el diseño de la Web interactiva.

En algunos estudiantes, lo cualitativo está planteado escasamente como antesala de lo cuantitativo, ya que dentro de las categorías lingüísticas detectadas en ellos, están las siguientes: “es más grande que...”, es más pequeño que...”, lo cual refleja una cierta comprensión de la proporción, pero en estos mismos alumnos no se encontraron otras categorías a través de las cuales mostraran un mayor entendimiento de la idea de proporción.

Mostraron confusión al establecer relaciones entre cantidades, por lo que fue necesario poner énfasis en ello para llegar a la noción de razón, a través de la Web interactiva.

Se reconoció la familiaridad que muchos alumnos tenían con el dibujo a escala, cuando una parte del dibujo ya estaba hecha, por lo que se ha señalado el predominio de la “ley del cierre” (Piaget 1978), que prevalece en ellos.

La dificultad detectada es el no reconocimiento del factor escalar (x3) en este tipo de tarea.

Se observó la facilidad que tienen los niños para llenar una tabla, a través de sumar determinada cantidad de veces un mismo número o haciendo uso de la multiplicación, una vez encontrado el operador escalar correspondiente. El problema detectado en el empleo de la tabla fue que los alumnos no extrajeron los datos de ella al dar respuesta a la situación planteada.

No hubo manifestación, por parte de los alumnos, en cuanto al uso de los diferentes modos de representación: el de la tabla, el del dibujo y el numérico; al resolver problemas clasificados como “problemas de valor perdido”, pues varias tareas del cuestionario entraron en esta categoría, aunque las situaciones eran diferentes y sólo una de ellas fue resuelta correctamente por la mayoría del grupo.

Las actividades del cuestionario les permitían usar indistintamente cualquiera de los tres registros de representación mencionados, pero se observó que los niños no se percataron que el empleo de cualquiera de los tres los conducía a un mismo resultado, ya que en las resoluciones que dieron sólo se avocaron a trabajar con la representación propuesta en el problema. Ningún estudiante, por iniciativa propia, resolvió una misma tarea empleando al menos dos modos de representación diferentes.

El cuestionario diagnóstico constituyó un punto de partida que permitió diseñar las actividades de enseñanza que integrarían la WEB interactiva, ya que dio lugar al planteamiento de hipótesis y al señalamiento de conjeturas que guardan relación con el planteamiento del problema de la presente investigación. Como la forma incorrecta (por parte de los estudiantes) de establecer relaciones al trabajar con actividades referidas a razón y proporción, la carencia de significado al usar algoritmos en este tipo de tareas, la necesidad de profundizar en el aspecto cualitativo del pensamiento de los educandos, entre otras.

4.3 Relación entre los aspectos teóricos, los resultados del cuestionario y lo que se pretende con el diseño del Software interactivo

Streefland, (1984^a, 1984b), señala que la enseñanza temprana de razón y proporción debe partir de niveles cualitativos de reconocimiento de éstas, esa aportación se utiliza en la secuencia didáctica desarrollada en la web, mediante la observación de figuras y su selección sin el uso de instrumentos de medida, ya que, primeramente, interesa tener un conocimiento de cómo los estudiantes que culminan la primaria están organizando los componentes cualitativos y cómo pasan a desarrollar aspectos cuantitativos mediante la comparación de figuras, a través de la superposición de ellas, tal y como lo menciona Freudenthal, 1983, (la aplicación web permite compararlas mediante el arrastre de ellas). Lo siguiente es el uso de la cuadrícula en donde se le pide al estudiante dibujar a escala, linealmente, una figura dada otra. A continuación se le solicita que mida y anote los valores en la tabla que aparece en la pantalla. Vegnaud, 1991.

4.4 Descripción de la forma en que se diseñaron las actividades del Software interactivo y sobre su desarrollo con los estudiantes

1. Se inicia tomando las *ideas de "reducción" y "ampliación"* apoyadas en modelos del tipo de la experiencia del dibujo a escala y de la fotocopidora, donde se maneja la situación de semejanza, empleando lo perceptual y la observación. Se parte de esto porque con el cuestionario no se pudo determinar con certeza las interpretaciones que al respecto tiene el estudiante, por lo cual primeramente se emplean tareas que no requieran de la utilización de cantidades para su solución. A continuación se muestra la primera actividad:

Actividad 1 Selección de una figura reducida

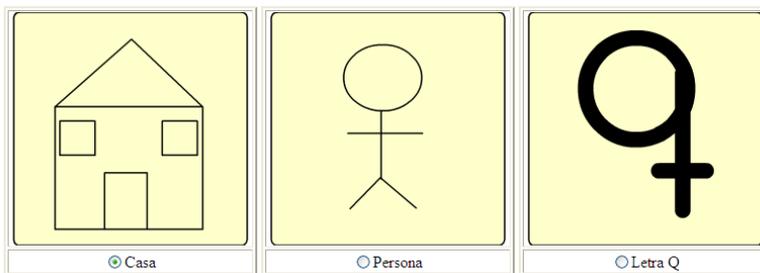
¿Por qué es importante este ejercicio?

La finalidad de este ejercicio es desarrollar el pensamiento proporcional cualitativo del estudiante usando sólo la observación

Instrucciones:

1. Elija una de las figuras que se muestran a continuación
2. Para elegir la figura debe seleccionar el botón que está al lado del nombre de la figura
3. Oprima el botón "enviar"
4. Aparecerá una pantalla con la figura seleccionada y 4 figuras reducidas
5. Elige aquella que al observarla esté reducida con respecto a la figura dada.

Seleccione la figura con la cual desea que trabaje el alumno



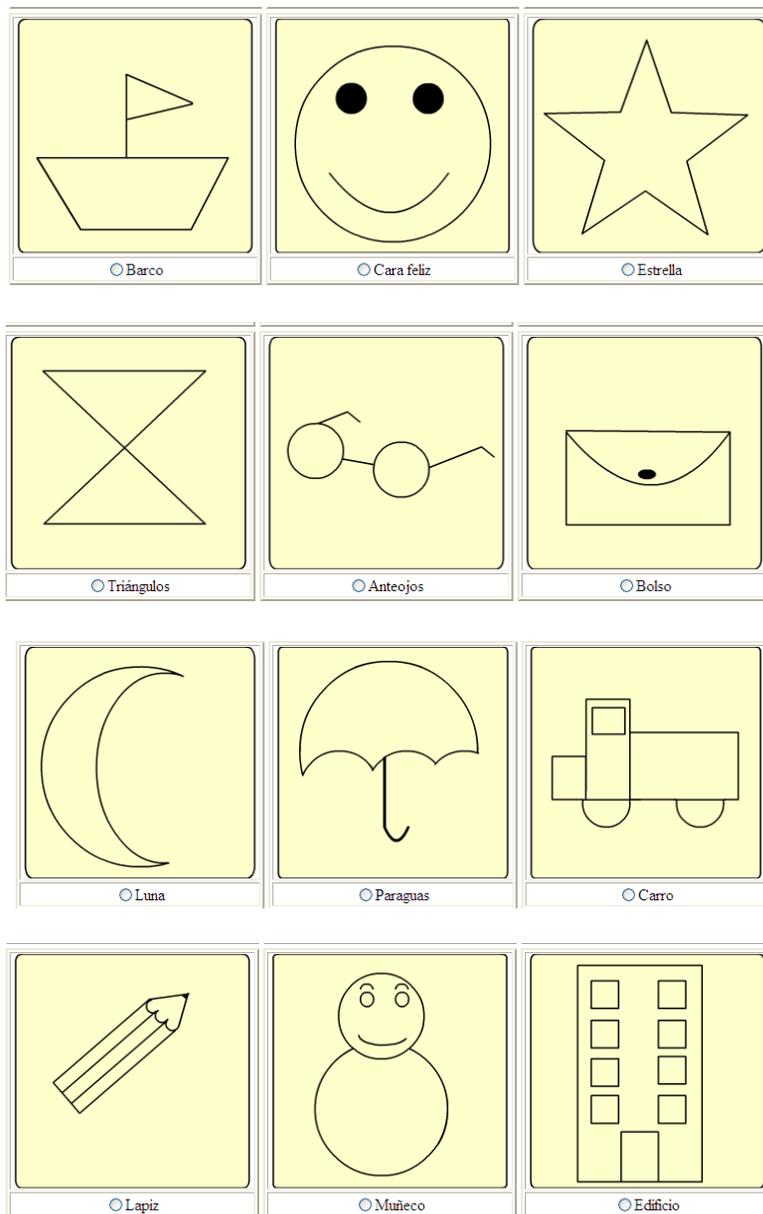


Figura 1. Es el contenido del ejercicio 1

2. Para comprobar que la figura seleccionada es la reducida o ampliada, se diseñó en el interactivo Web *actividades de comparación* que les permita a los alumnos reconocer relaciones de semejanza entre figuras en términos muy intuitivos.

La acción de comparara figuras es el inicio de la medición, sin emplear un instrumento convencional.

Todos los alumnos decidieron compara las figuras sobreponiendo una sobre la otra para lo cual arrastraban el mouse y lograban ver si de largo o de ancho eran el doble o la mitad o la tercera parte, eso lo comentaban en la sesión. Si la figura era una circunferencia comparaban el radio o el diámetro.

3. Se continuó trabajando lo correspondiente al conteo empleando como unidad la medición del lado de un cuadro, de la cuadrícula donde se encuentran las figuras.

El resultado del conteo de los lados de las figuras se realizó con la finalidad de llegar a establecer relaciones de cociente con las cantidades obtenidas. De tal forma que ahora las comparaciones son numéricas.

23 de 29 alumnos lograron dibujar correctamente sobre la cuadrícula, las figuras semejantes que se les solicitaban. Los 6 alumnos restantes hicieron de dos a tres intentos para lograr tener éxito en esta tarea. La aplicación Web fue de gran utilidad porque le presenta al estudiante la opción de trabajar con distintas figuras y de esta forma no se vuelve mecánico el trabajo.

Además de que el alumno tiene la oportunidad de descubrir lo que está ocurriendo cuando se le formulan preguntas ya que le ayudan a reflexionar.

4. Se llegó al reconocimiento de razones como la comparación por cociente de dos magnitudes. Se trabajó la notación de la razón como una fracción a/b con b diferente de 0.

5. Se utilizó la tabla como un modo de representación para la determinación de razones internas y externas. Se trabajan problemas de variación proporcional, en donde la obtención de cantidades no fue sólo a través del uso del operador, sino estableciendo relaciones entre razones.

Se manejaron planteamientos en donde no hay equivalencia entre las razones y otros en donde sí se muestra la equivalencia.

Finalmente, se trabajó la relación de equivalencia como una relación de proporcionalidad.

En la figura 2 se muestra el uso de la cuadrícula y la asignación de los valores obtenidos para determinar la razón en la que se encuentran.

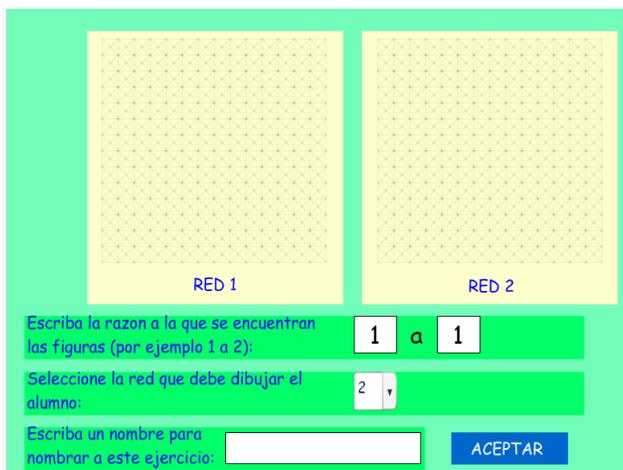


Figura 2. Red o cuadrícula para dibujar figuras

En la figura 3 se muestra la tabla y una calculadora que puede emplear el estudiante y determinar en ella tanto razones externas como internas, Como es señalado en el marco teórico por Freudenthal.

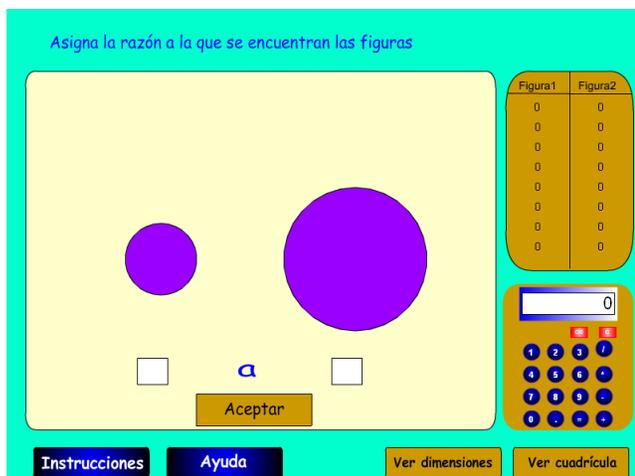


Figura 3 Pantalla que contiene la tabla y una calculadora para que el alumno llegue a establecer las razones correspondientes

A continuación se muestra otra actividad:

Asignación de dimensiones a una figura

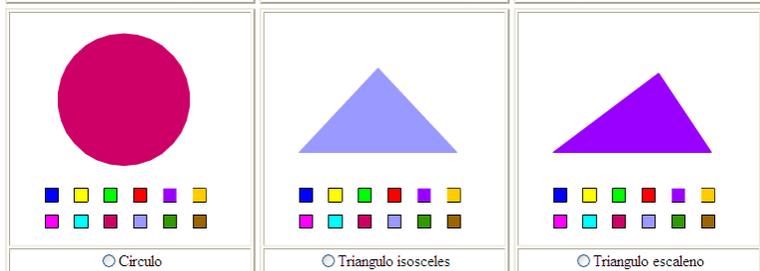
¿Porque es importante este ejercicio?

Este ejercicio hacemos uso de la conservación cuantitativa, para la resolución de problemas, se podría decir que este ejercicio es la aplicación de las habilidades desarrolladas en los ejercicios anteriores

Instrucciones:

1. Escriba una situación en la cual se presente un problema, por ejemplo:
 - José tiene un globo que tiene 10 cm de radio, lo infla para que sea del doble del tamaño actual, ¿cuánto mide el radio del globo con este nuevo tamaño?
 - Ana tiene una fotografía de su abuela, la fotografía es cuadrada y mide 30 cm de alto, Ana llevará la fotografía al centro fotográfico para que la hagan tres veces más grande, ¿cuánto tendrá de alto la ampliación?
2. Elija una de las figura que se muestran a continuación
 - 2.1 Para elegir la figura debe seleccionar el botón que está al lado del nombre de la figura
 - 2.2 Puede cambiar el color de la figura seleccionando uno de los cuadros de color que están bajo la figura
3. Escriba las dimensiones de las figuras
Primero debe escribir las dimensiones que el alumno usará como apoyo para la resolución del problema, estas
 - 3.1 dimensiones deben ser las mismas que se tienen en el planteamiento del problema, por ejemplo para la primera situación del punto 1 el valor sería de 10
 - 3.2 En segundo lugar debe escribir las dimensiones que resuelven de manera correcta el problema, por ejemplo para la primera situación del punto 1 el valor sería de 20, ya que 20 es el doble de 10
4. Oprima el botón "Aceptar"

Seleccione la figura con la cual desea que trabaje el alumno



Escriba las dimensiones de las figuras

Dimensiones de la figura que el alumno usará como apoyo

Lado o radio

Dimensiones de la figura que el alumno debe asignar para resolver el problema

Lado o radio

5. Resultados

Los estudiantes que emplearon el interactivo lograron desarrollar su capacidad de descubrimiento, lo que los condujo a estar motivados para realizar lo propuesto en las actividades interactivas. No era necesario que el docente sugiriera lo que el alumno tenía que hacer, los niños arrastraban con el mouse las figuras y las sobreponían para compararlas y decidir si eran proporcionales o no. Lo que coincide con Freudenthal señalado en los aspectos teóricos.

El interactivo les permitió desarrollar lo visual y lo perceptual, es decir, lo que constituye su pensamiento proporcional cualitativo

El uso de la tabla les permitió a los alumnos establecer relaciones entre magnitudes de figuras, llegando a establecer razones internas y externas (cómo Freudenthal las define). Finalmente lograron emplear los distintos registros de representación (el dibujo, la tabla y lo numérico) al resolver problemas de razón y proporción, lo que conduce a señalar que el trabajo con las actividades interactivas les permitieron a los estudiantes construir los conceptos de razón y proporción, dotarlos de significado y sentido, y no solamente emplear el algoritmo para trabajar estos tópicos.

4. Conclusiones

Las conclusiones van dirigidas a responder lo planteado al inicio.

De acuerdo a los resultados obtenidos puedo decir que las actividades diseñadas para apoyar al estudiante en la consolidación de los conceptos de razón y proporción fueron adecuadas, ya que los alumnos mostraron gran interés al trabajar con la aplicación Web interactiva y tuvieron autonomía en la resolución de las tareas, ya que el maestro no les tenía que decir que compararan una figura con la otra para verificar cuál era la reducida, sino que el alumno desarrolló esa habilidad gracias a las actividades propuestas en el interactivo; con lo cual puedo decir que desarrollaron tanto su pensamiento proporcional cualitativo como cuantitativo, ya que mostraban mucha libertad para arrastrar el mouse, usar la cuadrícula, llenar la tabal, sin que el maestro dijera todo lo que tenían que hacer.

La aplicación Web interactiva logró que el alumno desarrollara habilidades que con el plumón y el pizarrón no logran ser desarrolladas en todos los alumnos de un grupo.

5. Referencias Bibliográficas

- Coll, C. (1983a).** La construcción de esquemas de conocimiento en situación de enseñanza/aprendizaje. En: C. Coll (Ed.). *Psicología genética y aprendizajes escolares*, (183-20). Madrid: Siglo XXI.
- Coll, C. (1983b).** Las aportaciones de la psicología a la educación: el caso de la teoría genética y de los aprendizajes escolares. En: C. Coll (Ed.). *Psicología genética y aprendizajes escolares*, (15-41). Madrid: Siglo XXI.
- Coll, C. (1995).** *Psicología y Currículum*. México: Paidós. 118-119.
- Coll, C. (1990).** Un Marco de Referencia Psicológico para la Educación Escolar: La concepción constructivista del Aprendizaje y de la enseñanza. En: C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Eds.). *Desarrollo Psicológico y Educación. V: II. Psicología de la Educación. (435-453)*. Madrid: Alianza.
- Cotret, R. S. (1991).** *Étude de l'influence des variables indice de proportionnalité du teme et nombre de spules de dones sur la reconnaissance, le traitement et la compréhension de problèmes de proportionnalité chez des élèves de 13-14 ans*. Tesis Doctoral: l'Université Joseph Fourier. Grenoble.
- Freudenthal, H. (1983).** *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Holland Dordrecht: D. Reidel Publishing Company. 28-33, 178-209.
- Karplus, R., Pulos, S. y Stage, E. K. (1983).** Proportional reasoning of early adolescents. En: R. Lesh y M. Landau (Eds.). *Acquisitions of Mathematics Concepts and processes (45-90)*. New York: Academic Press.
- Lesh, R., Post, T. y Behr, M. (1988).** Proportional reasoning. En: J. Hiebert y M. Behr. (Eds.). *Concepts and operations in the Middle Grades, 2*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics. 93-139
- Lesh, R. y Doerr, H. M. (2000).** Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching and learning. En: H. M. Doerr y R. Lesh (Eds.). *Beyond constructivism: A models and modeling perspective*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lupiañez, J.L., Moreno, L. (2001).** Tecnología y Representaciones Semióticas en el Aprendizaje de las Matemáticas. En Rico, L. (Ed.) *Iniciación a la Investigación en Didáctica de la Matemática*. Univ. De Granada: Dpto. Didáctica de la Matemática.
- Piaget, J. (1978).** *Psicología del Niño*. Madrid: Ediciones Morata. 131-150.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1978).** Las operaciones intelectuales y su desarrollo. En J. Delval (Ed.). *Lecturas en Psicología del niño, I. (70-119)*. Madrid: Alianza Editorial.
- Ruiz, E. F., (2000).** Study Of Solving Strategies And Proposal For The Teaching Of Ratio And Proportion. *Proceedings Of The Twenty-Second Annual Meeting North American Chapter Of The International Group For The Psychology Of Mathematics Education, 2*, 395-396.
- Streefland, L. (1984a).** Search for the roots of ratio: Some trough on the long term learning process. Part I. *Educational Studies in Mathematics, 15-3*. 327-348.
- Streefland, L. (1984b).** Search for the roots of ratio: Some trough on the long term learning process. Part II. *Educational Studies in Mathematics, 16-1*. 75-94.
- Streefland, L. (1991).** *Fractions in realistic mathematics education*. Tesis doctoral publicada por la Kluwer Academic Publishers. 46-134.
- Streefland, L. (1993).** The design of a mathematics course a theoretical reflection. *Educational Studies in Mathematics, 25*. 109-135.
- Vergnaud, G. (1991).** *El niño las matemáticas y la realidad*. México: Trillas. 197-223.

Instrucciones para los autores

Los artículos que se someten a **RISCE** deben contener resultados inéditos y originales, no haber sido publicados con anterioridad ni haber sido sometidos simultáneamente a otra revista científica. Si el artículo ha sido presentado, sometido o publicado en alguna otra parte, deberá informarse al coordinador editorial. Los artículos deben ajustarse a las siguientes especificaciones:

- Idioma Inglés (anexar un resumen y palabras clave en español)
- Idioma Español (anexar un resumen y palabras clave en Inglés)
- Procesador de texto admitido: MS-Word.
- Tamaño de página: carta, utilizar un solo lado de la hoja. Máximo 10 páginas.
- Márgenes: izquierdo 2.5 cm y derecho 2 cm., superior 2.5 cm e inferior 2.5 cm.
- Autores: primer nombre seguido de los dos apellidos (sin abreviaturas), abajo: afiliación y e-mail.
- Tipo de letra del texto regular: Times o Times New Roman de 10 pt (título original 22 pt; secciones 11.5 pt, subsecciones 11.5 pt, en negritas).
- Texto: a una columna y con espaciado sencillo (renglón seguido).
- Resumen/Abstract: entre 70 y 150 palabras, colocado al principio del texto, seguido del de Español o inglés según sea el caso.
- Palabras clave/Keywords: colocadas después del resumen en negritas, y no más de 10.
- Imágenes y fotografías: deben ser de alta calidad, con colores bien definidos y contrastantes, en mapa de bits (no sectorizadas) en formato JPG e incrustadas en el texto de forma que se puedan manipular independiente.
- Fórmulas: Deberán de presentarse en formato de tabla sin bordes, centradas y la numeración de c/u justificada a la derecha con negritas en mapa de bits, no vectorizadas.
- Pies de figura. Deben mencionarse dentro del texto y numerarse de manera consecutiva con un tipo de letra Times New Roman 9 puntos
- Cabecera de tabla. Deberá presentarse en la parte superior de la tabla un numeración consecutiva y descripción con tipo de letra Times New Roman 9
- Referencias:

En cualquier caso el nombre del autor del artículo o publicación web deberá mostrarse al principio. Deberán ordenarse conforme aparezcan dentro del texto encerradas entre paréntesis cuadrado —[]—. A continuación algunos ejemplos:

- [1]. Baldonado, M., Chang, C.-C.K., Gravano, L., Paepcke, A.: The Stanford Digital Library Metadata Architecture. *Int. J. Digit. Libr.* 1 (1997) 108–121
- [2+]. Bruce, K.B., Cardelli, L., Pierce, B.C.: Comparing Object Encodings. In: Abadi, M., Ito, T. (eds.): *Theoretical Aspects of Computer Software. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1281. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1997) 415–438
- [3]. van Leeuwen, J. (ed.): *Computer Science Today. Recent Trends and Developments. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1000. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1995)
- [4]. Michalewicz, Z.: *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. 3rd edn. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1996)

Instrucciones para el envío

Envíe el archivo en extenso a la siguiente dirección electrónica:

ebustosf@gmail.com

Los revisores técnicos le harán llegar sus observaciones y modificaciones, las cuales deberá realizar y reenviar el archivo corregido al correo ebustosf@gmail.com.

El comité editorial se comunicará mediante correo electrónico indicándole la aceptación o rechazo del artículo

Se le solicitará autorización para publicación; en caso de aceptar se le indica la cuenta donde debe hacer el depósito por cobro de publicación y el costo el cual no debe exceder de \$1000.00 pesos mexicanos

Reserva de Derechos 04-2008-062613190500-203