

SISTEMA BASADO EN EL WWW DE APOYO A LOS PROCESOS DE DERIVACIÓN

Miriam Mirelles

Universidad Pedagógica experimental libertador (Venezuela)

Todo apunta hacia un cambio en el planteamiento educativo del profesorado de las universidades frente las enormes posibilidades que brindan los nuevos horizontes de cara a las nuevas tecnologías. El mundo y particularmente Venezuela está inmerso en este pensamiento universal, sus más prestigiosas casas de estudios, las universidades, enfrentan con responsabilidad estos retos. En ellas se ofrecen para su estudio, discusión y crecimiento profesional, científico y académico carreras como Matemática, Computación, Informática, entre otras, y en esta dirección luce interesante y prometedor que desde este país latinoamericano, Venezuela, se elaboren materiales o recursos para aplicarlos en WWW y que apoyen el trabajo que se desarrolle en el aula a objeto de apuntalar -como sistema de ayuda- y validar el proceso de derivación, de deducción, que realizan los estudiantes en el área de Lógica Simbólica contemplada dentro de los planes de estudios de las carreras antes mencionadas.

DESCRIPTORES: Internet, Herramienta de Ayuda, Educación Superior, Recursos en el WWW, Universidades, Base de Conocimientos, Lógica de Predicados.

"De lo único que no puedo dudar, por más que apure y extreme mi voluntad de hacerlo, es que estoy dudando. Pero dudar es pensar y pensar es ser", ésta es una de las certidumbres absolutas que descubrió René Descartes (1596-1650) y que manifiesta en su conocido Discurso del Método (Descartes, 1983).

La existencia, el ser, la mente, la verdad, la percepción, el conocimiento, el lenguaje son conceptos que el hombre ha tratado de esclarecer a lo largo de su historia, y en esa búsqueda incesante ha logrado producir y avanzar, hasta llegar hoy a vivir lo que se conoce como la era de la postinformación (Negroponte, 1998), una época marcada por la irrupción acelerada de la tecnología, en la que tantas verdades se ven contradichas.

Pero la verdad misma no puede escapar a un análisis científico, realizado en este caso en el marco de la lógica matemática o lógica simbólica, ya que ella brinda una poderosa abstracción, simplicidad y la disponibilidad de un procedimiento de decisión. Aunado a esto, la lógica provee a la ciencia de un lenguaje formal para representar el conocimiento.

Estas últimas relaciones las ha aprovechado la Inteligencia Artificial para tratar de diseñar sistemas que piensan y/o actúan como humanos, que piensan y/o actúan racionalmente y de esta manera facilitar las tareas del intelecto humano. La Psicología Cognitiva y la Inteligencia Artificial en un momento de la historia han ido de la mano brindándose ayuda mutua y ofreciéndole a la ciencia en general una valiosa oportunidad de intentar explicar y modelar cómo aprende el hombre, como procesa la información.

Y producto de ese aceleramiento tecnológico surge Internet, el cual se ha convertido en un espacio donde el hombre ha cambiado su manera de relacionarse, de interactuar y más aún de aprender. Espacio donde la información está a la orden del día y donde la educación, con sus actores involucrados va lentamente ganando su espacio.

Para mejorar la capacidad de aprendizaje de los individuos, en un mundo en el que "aprender a aprender" aparece como un valor dominante, la utilización de distintos soportes tecnológicos, medios y métodos; la diversificación de las experiencias del alumnado y las formas de acceso a la información y al conocimiento acumulados parecen encontrarse entre

los importantes desafíos planteados a la educación actual (Sancho, 1996).

En esta dirección se plantea este trabajo, donde se pretende utilizar el World-Wide Web (WWW o Web), usar el lenguaje de programación Java (Naughton, 1996) y el lenguaje de representación denominado FEDRA (Baralt, 1989), para poner al servicio de los estudiantes de cursos de Lógica, de Matemáticas Discretas (en carreras como Matemática, Computación, Informática, etc.) un sistema a objeto de coadyuvarle en su aprendizaje, específicamente en su proceso de derivación en lógica de predicados.

1. EL PROBLEMA

La "educación continua" y la capacidad de "aprender a aprender", serán actividades fundamentales que los docentes deberán afrontar de cara a la actual generación, pues en ese futuro devenir que ya toca nuestras puertas, el escenario donde a la juventud le corresponderá sobrevivir, estará anclado en una sociedad *-sociedad del conocimiento-* en la que el mercado de trabajo será completamente inestable.

Esteban (1999) asegura que el sistema educativo ya no puede proporcionarle una salida cerrada a cada joven, y en su lugar debe ofrecerle una salida abierta, predisponiéndole para ensayar diversas salidas múltiples, contradictorias, efímeras, sucesivas y cambiantes. Este autor concluye que el proceso de educación no se completa nunca, como una cinta sin fin que se reprograma a sí misma abriendo sendas inexploradas enteramente nuevas, aunque a veces se cierren o se abran, se enlacen o se entrecrucen.

En lo que respecta a la educación venezolana y a la construcción de un proyecto vital, el destino de esta nación deberá ser un constantemente recomenzar.

En este sentido, Gisbert, Adell, Rallo y Bellver (1997) plantean a Internet, la red de redes, como un espacio "educativo", donde se encarna una utopía comunicativa en la que toda la información está al alcance de cualquier persona en cualquier momento y en cualquier lugar, una comunidad virtual que puede comunicarse sin, prácticamente otra limitación que su imaginación. Sin embargo, la Internet real se ha desarrollado al nivel actual gracias a las expectativas de beneficios económicos de muchos de los participantes en el juego: un enorme y nuevo mercado de bienes y servicios. Pero junto a dichos intereses económicos, Internet es el escenario de otras actividades: informar y prestar servicios a los ciudadanos, difundir ideas y pensamientos, comunicar con otras personas y, evidentemente, educar.

A objeto de que estas actividades de informar, difundir ideas y pensamientos, interactuar, razonar, resolver problemas, se puedan realizar en el computador y más aún a través de Internet, los investigadores que se dedican a la Inteligencia Artificial han tenido que retomar diversos problemas, entre muchos otros: lenguaje y representación del conocimiento.

Ya filósofos como Platón (428-348 a.C.), Aristóteles (384-322 a.C.), pasando por René Descartes (1596-1650), Gottlob Frege (1848-1925), Bertrand Russell (1872-1970) abordaron esta problemática. Al respecto, Russell (1983) afirma que el lenguaje, nuestro único medio para comunicar conocimiento científico, es esencialmente social, tanto en su origen como en sus funciones principales, agrega además, que el lenguaje no sólo sirve para expresar pensamientos, sino también para posibilitar pensamientos que no podrían existir sin él.

Por otra parte, Rich y Knight (1994) aseguran que el uso de modelos particulares de representación del conocimiento permite el desarrollo de mecanismos de resolución de problemas más específicos y potentes. Uno de los mecanismos concretos de representación del conocimiento es el lenguaje lógico, en él se cristalizan aspectos como la no ambigüedad del lenguaje natural, formalización y sistematización, fundamentales en el desarrollo de los lenguajes en la tecnología digital. Comparando con otras representaciones, la lógica tiene una sintaxis y semántica clara.

Un lenguaje de representación tiene que ser expresivo, conciso, no ambiguo, y efectivo, pero su componente modular y general, la base de conocimientos tiene que ser además de clara, correcta. Por otra parte, se establece que el aspecto más atractivo del formalismo lógico es

que proporciona de manera inmediata un método muy poderoso para la obtención de un nuevo conocimiento a partir del antiguo: la deducción.

La inferencia lógica fue ampliamente estudiada por los griegos, principalmente por Aristóteles -considerado el padre de la Lógica-, pero es Gottlob Frege a quien se le debe una concepción mucho más exacta de la teoría aristotélica del sistema axiomático, aportando además al desarrollo de la lógica simbólica, en su *Begriffsschrift*, una gran cantidad de conceptos y teorías innovadoras y si se quiere revolucionarias. Asimismo, es fundamental resaltar que uno de los sistemas -luego de Frege- que se enfocó eminentemente fue el de la **deducción natural**, introducido por Gerhard Gentzen en 1937 y por Stanislaw Jáskowski (Bochenski, 1985 y Russell y Norvig, 1996).

En algunas universidades, este sistema de deducción natural se ha incorporado en la enseñanza-aprendizaje de la Lógica, para el proceso de derivación, en ellos no se necesitan oraciones sujetas a un procesamiento previo antes de que dicha deducción se pueda aplicar a ellas (como sucede en muchos otros procedimientos de demostración) y se considera que sus reglas de inferencia son intuitivas. Sin embargo, Rodríguez y Santana (1999) aseguran que quienes ejercen la docencia universitaria y participan en la enseñanza de la lógica simbólica, tienen dificultad para lograr que los estudiantes perciban las analogías entre algunos razonamientos formales y los razonamientos de la vida cotidiana y así como también para que los lenguajes formales se consideren mecanismos de representación que evitan la ambigüedad de los lenguajes naturales. Es importante señalar que en este entorno educativo, se presentan inconvenientes con relación a la derivación de fórmulas simbólicas, proceso mediante el cual a partir de la manipulación de un número de hipótesis, utilizando reglas de inferencia y después de un número finito de pasos, se deduce una nueva fórmula.

El mundo y particularmente Venezuela está inmerso en este pensamiento universal, sus más prestigiosas casas de estudios, las universidades, enfrentan con responsabilidad estos retos. En ellas se ofrecen para su estudio, discusión y crecimiento profesional, científico y académico carreras como Matemática, Computación, Informática, entre otras, y en esta dirección luce interesante y prometedor que desde este país latinoamericano, Venezuela, se elaboren materiales o recursos para aplicarlos en WWW y que apoyen el trabajo que se desarrolle en el aula a objeto de apuntalar -como sistema de ayuda- y validar el proceso de derivación, de deducción, que realizan los estudiantes en el área de Lógica Simbólica contemplada dentro de los planes de estudios de las carreras antes mencionadas.

Es revelador que en estos últimos años, los profesores universitarios hayan comenzado a reconocer el potencial de la WWW como una herramienta instruccional y un apoyo indiscutible a su práctica educativa. Más aún Gisbert, Adell, Rallo y Bellver (1997) recomiendan disponer de una metodología que sirva de pauta para la elaboración de acciones formativas y de materiales para la formación basada en el empleo de las redes, pues estas contienen un gran potencial de información, de mecanismos de comunicación y de estrategias implícitas que utilizadas adecuadamente desde un punto de vista pedagógico-didáctico pueden contribuir mucho al campo de la formación, tanto inicial como continua.

Cabero (1998) asegura que la formación y el perfeccionamiento del profesorado, posiblemente sea una de las piedras angulares que determine la incorporación de los medios al terreno de la enseñanza. Y al respecto asegura que cualquier estrategia de formación que se haga, deberá contemplar una serie de principios y dimensiones, como por ejemplo las siguientes:

- (a) Relativizar el poder que se le tiende a conceder a los medios y a las nuevas tecnologías de la información y comunicación.
- (b) Capacitar no sólo para la utilización instrumental, sino también didáctica y semiológica.
- (c) Asumir que los profesores no sólo son consumidores de medios, sino también diseñadores y productores de los mismos adaptados a las características del contexto y de sus estudiantes.
- (d) Ofrecer elementos científicos para su selección y evaluación, que sobrepasen los

criterios estéticos y funcionales.

(e) Situarse dentro de estrategias de formación más amplias que el mero audiovisualismo y alcanzar dimensiones más amplias como la planificación, diseño y evaluación.

(f) Y concebirlos no como elementos aislados al acto didáctico, sino como elementos curriculares que deben de estar más en estrecha relación con el resto de componentes curriculares. En pocas palabras, todo apunta hacia un cambio en el planteamiento educativo del profesorado de las universidades frente las enormes posibilidades que brindan los nuevos horizontes de cara a las nuevas tecnologías.

En este sentido, se propone desarrollar una plataforma de ayuda en línea para trabajar con derivaciones en lógica de predicados.

2. JUSTIFICACIÓN

Poves (1997) acota que actualmente en el binomio de enseñanza-aprendizaje se puede apreciar la merma progresiva de la capacidad de enseñar, frente a la importancia cada vez mayor de las posibilidades de aprender.

El avance de las nuevas tecnologías ha impulsado la explosión más grande de información y ante lo prometedor de los cambios tecnológicos, cada vez más acelerados, hoy brindan un espacio importante a conquistar con nuevas experiencias de aprendizaje, específicamente Internet como vehículo para acceder a la información y como campo de pruebas de los nuevos medios (Adell, 1997) influirá indiscutiblemente en el desarrollo de esta propuesta. Además, Internet posibilita la conformación de grupos de interés e individuos que interactúan entre sí, formando comunidades virtuales, que no sólo consumen información, sino que también la producen y distribuyen. Se pretende entonces, ajustarse a los nuevos tiempos, utilizando los medios telemáticos que irrumpen para fungir de apoyo al estudiante en su aprendizaje.

Esta propuesta servirá como recurso a los estudiantes de los cursos de Lógica, Matemáticas Discretas tanto de las universidades venezolanas como del exterior, a objeto de coadyuvar en su proceso de derivación (deducción) en la lógica de predicados.

3. REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

La búsqueda incesante del hombre por resolver el problema del lenguaje y cómo utilizarlo para comunicarse o por ejemplo, para representar el conocimiento, se remonta a los griegos, es así como Aristóteles en el desarrollo de su lógica, además de crear lo que se conoce como silogismo, se ocupó entre otras cosas de las generalizaciones de los objetos, pero Gottlob Frege es quien real y genuinamente aborda la lógica de primer orden con la introducción de los cuantificadores en su obra *Begriffsschrift*, en ella Frege, muestra su capacidad para anidar cuantificadores y desarrolla una notación, que fue poco aceptada. En este sentido la literatura refiere que en 1889 Guisepe Peano desarrolla la notación que se usa actualmente y logra utilizar en su *Formulario Matemático*, un lenguaje con alto contenido de simbolizaciones (Fernández, García y Martínez, 1994). Al respecto, Russell y Norvig (1996) señalan que Charles Sanders Peirce diseñó también la lógica de predicados pero con una ligera diferencia temporal.

Baralt (1989) creó un lenguaje semiformal, denominado FEDRA, este lenguaje se centra en un constructivismo fundamentado en esquemas generativos, inductivos y recursivos y posee un enfoque lógico-funcional.

Como parte de los trabajos correspondientes a la línea de investigación del Dr. Baralt, está el desarrollado por Combellas, Masri y Parada (1994), quienes diseñaron un prototipo de una base de conocimientos lógico-matemáticas, utilizando como lenguaje de entrada de datos el ambiente semiformal FEDRA, uno de sus propósitos principales consistía en apoyar labores docentes en el área de Estructuras Discretas de la Universidad Simón Bolívar, Venezuela.

Fernández, García y Martínez (1994), implementaron parte del sistema y ampliaron el proyecto antes mencionado, en este caso la base de conocimientos se alimentó de la lógica de primer orden y tenía como objetivo desarrollar un sistema modular, extensible y distribuido.

Rodríguez y Santana (1999) desarrollaron un sistema multiplataforma en Internet, bajo el enfoque de los lenguajes funcionales, que permite desde el punto de vista inductivo deductivo la demostración de teoremas a partir de una base de conocimientos

También es de resaltar los siguientes herramientas de pruebas de teoremas, publicados en el WWW, fundamentales referencias para este trabajo:

(1) Nipkow y Paulson (1990) de Cambridge University y TU Munich, desarrollaron un demostrador de teoremas llamado Isabelle (The Theorem-Prover Isabelle) esta herramienta provee un ambiente interactivo para la demostración en varios sistemas formales. Está a la disposición del público en Internet.

(2) The Coq (The Coq proof assistant) es una herramienta desarrollada por Proyecto Coq (1999), que funciona como ayudante de demostraciones: permite manejar aseercciones del cálculo, controla mecánicamente las pruebas de estas aseercciones, y ayuda a encontrar las pruebas formales, Actualmente está disponible para los sistemas de Unix y de Windows 95/98/NT Versión 6.3.1 de Diciembre 7, 1999.

(3) VADER (A Web-Based First-Order Theorem Prover) fue desarrollado por The CIN Project (Kucera y Sims, 1997) y se considera uno de los primeros demostradores realizados utilizando exclusivamente en Java. Fue ampliado hasta la Lógica de primer orden por Aidan Sims en Julio de 1998.

4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo es del tipo Proyecto Especial, por cuanto se desarrolló un producto tecnológico, tiene como título: "Sistema basado en el WWW, de apoyo a los procesos de derivación a partir de una base de conocimientos de lógica de predicados", asimismo es importante destacar que esta propuesta está en vinculación con el perfil de competencias profesionales de la Especialización en Informática Educativa de la Universidad Simón Bolívar, estudios de postgrado en los cuales está inmerso el referido trabajo.

Se realizaron las siguientes actividades:

(1) Revisión documental sobre el tema abordado en la presente investigación.

(2) Revisión y Actualización de la arquitectura del sistema desarrollado por Rodríguez y Santana (1999): Se rehizo completamente la programación del sistema desarrollado por Rodríguez y Santana (1999), se definieron estructuras nuevas y más fáciles de entender utilizando las facilidades de Java, y así cumplir con los requerimientos de código y documentación sobre diseño e implementación de la programación en términos del proyecto planteado. Se ampliaron las fronteras de la lógica de proposiciones a la lógica de predicados, para ello se incorporaron las reglas de introducción de la equivalencia, eliminación de la equivalencia, introducción del cuantificador universal y eliminación del cuantificador universal, introducción del cuantificador existencial, eliminación del cuantificador existencial, así como también el mecanismo de sustitución. Además se incluyeron los mecanismos para la apertura y cierre de barreras en cualquier nivel de

una derivación. Se modularizó la programación, ya que de esta manera es mucho más sencillo revisar las líneas de programación, acceder a los errores y tener un mejor control de lo programado; asimismo, se modificó la interfaz (ver Figura 1) del área de trabajo gráfico, incorporándosele scroll al lado derecho del borde inferior del área antes mencionada, a objeto de que el usuario visualice la derivación con mayor comodidad y facilidad, se modificó la barra de herramientas o toolbar (ver Figura 2) de tal manera que el usuario pueda visualizarla totalmente, se hicieron operativos todos los botones que participan en la barra de herramientas o toolbar, se hicieron operativas las cajas de diálogos de los errores, de tal manera que pueda realimentar al usuario en cuanto a los posibles errores al utilizar la barra de herramientas o toolbar.



Figura 1



Figura 2

Propósito del Sitio en Internet: Se diseñó un sitio en Internet cuya dirección de la página URL es <http://members.xoom.com/miriamireles/logicaweb> con el propósito de:

- (a) Aplicar y actualizar el sistema desarrollado.
- (b) Publicar el sistema desarrollado en la presente propuesta, con el fin de que pueda ser utilizado en línea (conectado a Internet) a través de un servidor HTTP -Protocolo para Transporte de Hipertexto- y colocarlo en un servidor FTP -Protocolo de Transferencia de Archivos de Internet- a objeto de poder ser descargado por el usuario, para su uso fuera de línea (sin conexión a Internet).
- (c) Informar al usuario sobre los diferentes aspectos teóricos sobre la lógica de predicados contemplados en el presente trabajo, necesarios para facilitar la comprensión del tópico que se aborda y fundamentales para acceder con relativa facilidad a la aplicación.
- (d) Mostrar una descripción del lenguaje de representación FEDRA y favorecer el uso de este lenguaje en las derivaciones que se pueden realizar con la herramienta de ayuda desarrollada.
- (e) Informar sobre el alcance de la herramienta de ayuda y el público a quien está dirigido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se enumeran las conclusiones y recomendaciones:

(a) Es factible diseñar e implementar un sistema como el desarrollado en el presente trabajo donde se coadyuve al estudiante, de carreras como Matemática, Informática, Computación, etc., en los procesos de derivación en lógica de predicados.

(b) Esta Herramienta de Ayuda para hacer derivaciones en lógica de predicados propicia el establecimiento de estrategias de planificación que hagan más eficientes las demostraciones formales.

(c) El sistema desarrollado permite enriquecer los aportes académicos de las universidades del país -Venezuela- ante la sociedad global, utilizando la World-Wide Web de manera innovadora.

(d) Esta Herramienta de Ayuda para hacer derivaciones en lógica de predicados al ser implementado en el Web beneficia a un mayor que mayor número de usuarios.

(e) Al ser colocado en un servidor FTP la Herramienta de Ayuda para hacer derivaciones en lógica de predicados permitirá poner el conocimiento al servicio de la sociedad.

(f) Se recomienda diseñar ayuda en línea, de tal manera que el usuario con sólo pulsar un botón pueda acceder a la ayuda que requiera.

(g) Se recomienda crear un menú donde se le presente mayor información al usuario a objeto de facilitar su tarea de derivación, por ejemplo donde se le dé información sobre lo que establece cada regla, o información explícita sobre las fórmulas que se han utilizado en las diferentes líneas o niveles de la derivación. Asimismo, implementar "botones" que le permitan al usuario construir fórmulas utilizando diferentes conectivas y "botones de ayuda" a objeto de traducir al lenguaje FEDRA, las fórmulas que se irán utilizando en las derivaciones. Asimismo, se recomienda realizar investigaciones a objeto de medir las potencialidades didácticas de la Herramienta desarrollada.

REFERENCIAS

Adell, J. (1997). **La Navegación Hipertextual en la WWW**. Palma de Mallorca: EDUTEC'97.

Baralt, J. (1989). **FEDRA, Un Ambiente Funcional para las Estructuras Discretas y una Representación para su Automatización**. Sartenejas: USB.

Bochenski, I.M. (1985). **Historia de la Lógica Formal**. Madrid: Editorial Gredos.

Cabero, J. (1998): Las aportaciones de las nuevas tecnologías a las instituciones de formación continuas: reflexiones para comenzar el debate, en DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA Y ORGANIZACIÓN ESCOLAR UNIVERSIDAD COMPLUTENSE-UNED: **Las organizaciones ante los retos del siglo XXI**, 1143-1149

Combellas, J., Masry, K. y Parada, A. (1994). **Desarrollo de una Base de Conocimientos Lógico- Matemático**. Sartenejas: U.S.B.

Descartes, R. (1983). **El Discurso del Método**. Barcelona: Ediciones Orbis S.A

Esteban, M. (1999). **Consideraciones sobre los procesos de comprender y aprender. Una perspectiva psicológica para el análisis del entorno de la Educación a Distancia (EaD)**. Murcia: Universidad de Murcia

Fernández, F., García, L., Martínez, I. (1994). **Desarrollo de una base de conocimientos lógico-matemáticos**. Proyecto de grado no publicado, Sartenejas: Universidad Simón

Bolívar.

Gisbert, M., Adell, J. Rallo, R. y Bellber, A. (1998) **Entornos virtuales de enseñanza - aprendizaje: El proyecto GET**. Cuadernos de Documentación Multimedia Nº 6-7, 1997-1998

Kucera, S. y Sims, A. (1998). **V.A.D.E.R.: A Web-Based First-Order Theorem Prover**. Disponible en <http://www.fec.newcastle.edu.au/webworld/vader/>

Negroponte, N. (1998). **Ser Digital**. Buenos Aires: Atlántida.

Naughton, P. (1996). **Manual de Java**. Madrid: Mc Graw Hill.

Nipkow, T. y Paulson, L. (1990). **The Theorem-Prover Isabelle**. Cambridge: University of Cambridge. Disponible en: <http://www.cl.cam.ac.uk/Research/HVG/Isabelle/index.html>

Poves, J. (1997). **Docencia y aprendizaje en la red. La red de estudiantes de la UAM**. Madrid. Disponible en: http://www.doe.d5.ub.es/te/any97/poves_cnuii

Proyecto Coq (1999) **The Coq proof Assistant**. Disponible en <http://pauillac.inria.fr/coq/assis-eng.html>

Rich, E. y Knight, K. (1994). **Inteligencia Artificial**. (2a. ed.). Madrid: McGraw-Hill.

Rodriguez, L. M. y Santana, J. (1999) **Ditus: Una Base de Conocimientos Lógico Matemática en la web**. Proyecto de Trabajo de Grado no publicado. Sartenejas: U.S.B.

Russell, B. (1983). **El Conocimiento Humano**. Barcelona: Ediciones Orbis S.A.

Russell, S. y Norvig, P. (1996). **Inteligencia Artificial : Un enfoque moderno**. México: Prentice Hall.

Sancho, Juana. M^a (1995) **Evaluación de soportes lógicos para la enseñanza: entre la necesidad y la realidad**. Novática, 117, pp. 41-47

Thomason, R. (1970). **Symbolic Logic. An Introduction**. New York: Macmillan.