

Capítulo II Marco Teórico

2.1 Introducción

El desarrollo de este proyecto tiene un esquema conceptual que se divide en tres áreas principales: Enseñanza y aprendizaje de lecto-escritura por medio de agentes animados, Libros interactivos del proyecto CSLR y el sistema SARCRAD (*Sistema de Administración de Recursos Conceptuales y de Referenciación Automática Difusa*). A continuación describiré con detalle las características básicas de los conceptos utilizados de cada área.

2.2 Agentes animados para la enseñanza y aprendizaje de lecto-escritura

En las relaciones humanas, las personas con las que interactuamos todos los días tienen diferentes personalidades, emociones volátiles y características sumamente interesantes. Por otro lado, las computadoras siguen siendo las mismas cajas lógicas planas desde los tiempos de las máquinas de bulbos. Sin embargo, muchas personas seguimos tratando a las computadoras como si fueran personas. Es muy común ver gente que le grita a su computadora cuando algo sale mal, o implorarle al monitor que encuentre un archivo perdido. En todos estos años los humanos hemos tenido que pensar como computadoras para comprenderlas, pero el sentido contrario es lo que siempre hemos anhelado: permitir que las computadoras interactúen como personas.

2.2.1 ¿Qué es un agente?

Una forma de interacción que se ha desarrollado en los últimos años es la utilización de Agentes de Software como una especie de maestros, guías, ayudantes o

simplemente como la “personalidad” de la computadora o de algún programa en especial. El concepto de “agente” se ha diversificado mucho a través del desarrollo de diferentes tecnologías en las que puede tener relevancia, sin embargo un agente lo define Nwana como “*aquel componente de software o hardware que es capaz de actuar en forma precisa para llevar a cabo alguna tarea en beneficio de su usuario*” [Nwana, 96].

En su documento, Nwana hace un análisis profundo de las diferentes concepciones de agente existentes en la primera mitad de la década de los 90’s y crea una tipología de agentes además de especificar los elementos que caracterizan a cada tipo de agente. Las diferentes categorías de agentes van desde los “Colaborativos” quienes realizan tareas pequeñas en grupo para alcanzar un objetivo general de forma más eficiente; o los “Agentes de Información” que surgen en mayor grado con el crecimiento de recursos en Internet y la necesidad de manipular, organizar o recuperar datos importantes para el usuario dentro del océano de información disponible [Nwana, 96].

Actualmente la investigación sobre agentes no se ha detenido pero sí se ha diversificado aún más. Muchas líneas de investigación se han dirigido y concentrado en el área de inteligencia artificial con la finalidad de crear agentes que tenga más autonomía y sean parcialmente independientes del usuario.

En el sector industrial también se esperan muchos beneficios de la tecnología de agentes y se han creado muchos grupos de investigación con fines comerciales. En CSIRO (*The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) apuestan por el apoyo a tecnologías en inteligencia artificial que se puedan utilizar en el comercio electrónico. Un “agente negociador” sería capaz de presentar al usuario las mejores ofertas electrónicas para comprar algún producto de interés para el usuario, basándose en preferencias y requerimientos del usuario previamente especificados [CSIRO, 2000].

Una de las “nuevas” categorías (aunque ciertas investigaciones datan de mediados de los 90’s) que están surgiendo con más interés, principalmente en el sector académico, es el desarrollo de “agentes pedagógicos”. Este tipo de agentes tienen la finalidad de servir de

ayuda como una especie de maestro virtual en el proceso de la enseñanza. Los agentes pedagógicos están descritos en mayor detalle en el capítulo 2.4.2 pues reflejan las bases del propósito de esta tesis.

A pesar de que la tecnología de agentes tiene varios años de ser desarrollada por diferentes investigadores, siguen existiendo muchos detractores quienes no creen en la pertinencia ni utilidad de los agentes [Shirky, 2004]. Como en toda disciplina emergente, los agentes tendrán que probar su eficiencia y dejar en claro los objetivos de las diversas ramas que se desprenden de ellos. Lo que para muchos es claro, es que falta mucho camino por recorrer para alcanzar cierto nivel de independencia, o en términos más presumibles, algún grado de inteligencia con la cual puedan defender su funcionamiento y con ello, inevitablemente pero como un beneficio, generar más polémica e interés por el tema.

2.2.2 Agentes pedagógicos animados

Una subclase de agentes de software, que ha emergido como una rama de mucho interés, es conocida como Agentes Pedagógicos Interactivos Animados (APIA). Son “Interactivos” en el sentido que un usuario puede hablar con ellos y los agentes responden de la misma manera. “Animados” se refiere a la personificación física que los distingue, tienen cuerpos y rostros, utilizan gestos para comunicarse y tienen movilidad dentro del ambiente que los contiene. La parte “Pedagógica” implica que están diseñados para enseñar y “Agente” hace alusión a que son semi-autónomos; tienen metas predefinidas y pueden tomar decisiones para alcanzar sus metas [Slater, 2000].

En términos generales, los APIA son capaces de Adaptarse, Desarrollarse, Motivar y Atraer la atención del alumno. La adaptación proviene de la constante interacción con el usuario y así modificar las lecciones enseñadas y mejorar la enseñanza entorno a la personalidad y capacidades del alumno. Un APIA promueve el interés del estudiante al presentar ejemplos relevantes al tema estudiado o hace preguntas del tema para motivar

la retroalimentación con el usuario. Este tipo de agentes pueden ser diseñados para tener “personalidades” interesantes, áreas de conocimiento específico e incluso tener sus propias historias para lograr atraer la atención del alumno. La parte más importante es la posibilidad de desarrollarlos constantemente basados en las necesidades de los alumnos o de la propia enseñanza, para incrementar y enriquecer el alcance de sus objetivos [Slater, 2000].

Existen muchos ejemplos de proyectos de investigación desarrollados entorno a los APIA. Algunas investigaciones recientes se enfocaron, primero, en encontrar razones para sustentar el desarrollo de agentes pedagógicos. Por ejemplo, el trabajo desarrollado por Maomi Ueno, de la Universidad de Tecnología en Nagaoka, Japón, se basó en una investigación para mantener la atención de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje por medios electrónicos [Ueno, 2004].

Ueno se propuso contrarrestar el cansancio y desinterés mostrado durante aprendizaje continuo basándose en el hecho de que la mayoría de los estudiantes muestran cierta sobrecarga mental después de 18 minutos de iniciar el estudio. Para lograr lo anterior, Ueno diseñó un agente animado que intenta mantener el interés de los estudiantes por medio de “señales de atención” para liberar la carga mental (figura 2.1). El tipo de señales varía al azar y van desde acciones realizadas por el agente, cambios en su cuerpo o hasta mensajes de texto o sonido. Una serie de estudiantes fueron analizados durante la interacción con el sistema por medio de lectores de ubicación visual, y fue posible demostrar que el agente liberaba la carga mental del estudiante logrando mantener su interés por el tema estudiado además de mejorar el aprendizaje de las lecciones [Ueno, 2004].



Figura 2.1 Ejemplo de señales de atención [Ueno, 2004]

El proyecto COSMO del departamento de ciencias de la computación de la Universidad de Carolina del Norte tuvo sus inicios a principios de los 90's y enfocó su trabajo a la investigación de un agente pedagógico para ambientes de aprendizaje basados en conocimiento. Los investigadores entendían el potencial de beneficios pedagógicos de este tipo de agentes debido a la afinidad que parecen desarrollar en ellos los niños. Al crear la apariencia de tener vida propia, los agentes pedagógicos incrementan el interés y tiempo dedicado por los niños en las lecciones de enseñanza presentadas [Lester *et al*, 1997].

Para diseñar el agente empleado en el proyecto COSMO los desarrolladores se basaron en fundamentos deícticos de la lingüística, los cuales son los principales conectores de referencias de contexto específico durante una conversación. La deixis espacial es utilizada para especificar la ubicación de objetos en ambientes físicos y es crítica en el diseño de agentes pedagógicos según lo analizado por Lester *et al*. Al utilizar estas técnicas, los investigadores crearon un agente pedagógico que se desenvuelve en un

ambiente virtual (figura 2.2) pero generando mayor interés y credibilidad ante el estudiante [Lester *et al*, 1997].

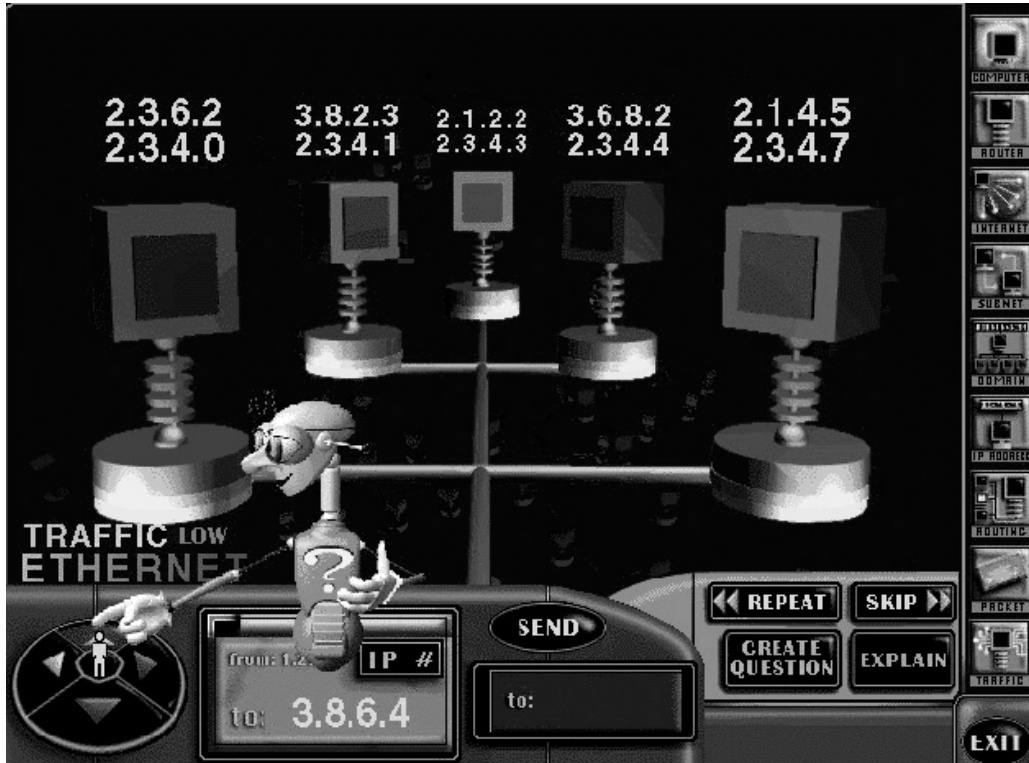


Figura 2.2 Agente COSMO y su ambiente [Lester *et al*, 1997]

La investigación sobre agentes animados en la enseñanza tiene un sin fin de proyectos que han nacido sobre esta línea con buenos resultados. Otros ejemplos son el proyecto del CARTE (*Center for Advance Research in Technology for Education*) el cual describe al agente pedagógico “Adele”, diseñado para trabajar en simulaciones educativas contenidas en Internet. “Adele” permite a los estudiantes trabajar en ejercicios de resolución de problemas que están integrados en materiales distribuidos por Internet que van desde problemas de diagnóstico clínica a solucionar problemas matemáticos [Shaw *et al*, 1999].

Otro proyecto reciente, y que se encuentra en la práctica actualmente, es el desarrollado por el *Center for Spoken Language Research* (CSLR), de la Universidad de Colorado, en

conjunto con otras instituciones. El proyecto llamado *CSLR Reading Project* tiene como propósito mejorar las tecnologías en comunicación humana a través de la invención de agentes pedagógicos animados [CSLR, 2003]. Este proyecto está descrito ampliamente en el capítulo 2.3 debido a que es un proyecto con el que tenemos colaboración directa por medio del laboratorio TLATOA de la Universidad de las Américas y es un elemento fundamental para la base conceptual de esta tesis.

Más allá de la investigación realizada por instituciones académicas, en años recientes algunas empresas comerciales han desarrollado agentes animados para su utilización en diferentes tareas. Un ejemplo claro es la tecnología de Agentes desarrollada por Microsoft. El Agente de Microsoft no es un agente dentro del concepto o categorías definidas por Nwana en [Nwana, 1996], más bien es un conjunto de herramientas tecnológicas que incluyen elementos de animación gráfica, síntesis y reconocimiento de voz para la programación de agentes. Las interfaces creadas por Microsoft permiten programar la arquitectura del Agente dentro de cualquier aplicación en Internet, o localmente en la máquina del usuario, mientras cumpla las especificaciones y restricciones de la plataforma del Agente [Microsoft 2, 2004]. Una descripción más detallada y especificaciones técnicas de esta tecnología, están incluidas en el capítulo 3.6 de este documento.

2.3 Libros interactivos y el proyecto CSLR

El *CSLR Reading Project* forma parte del programa *Colorado Literacy Tutor* (CLT), el cual fue desarrollado por un grupo de centros de investigación, Universidades y escuela públicas estadounidenses, con el objetivo de crear herramientas que mejoren el proceso de lectura y aprendizaje de un texto [CSLR, 03].

Las herramientas mencionadas se dividen en dos partes: tecnologías de voz y animación, y por otra parte, tecnologías de comprensión de lenguaje. El desarrollo del primer

conjunto de herramientas pertenece al proyecto CSLR y es en estas herramientas en las que nos enfocaremos.

Los conceptos de tecnologías de voz y animación utilizados en el CSLR consisten en libros interactivos y tutores, diseñados para trabajar basados en un programa de comprensión de lectura (figura 2.3). Los libros interactivos sirven como ayuda para reconocer palabras en un texto, mejorar la fluidez en la lectura y comprenderla. El alcance de estos libros incluye desde niños en educación preescolar (utilizando tutores animados que narren una lectura y que logren captar la atención de los niños por medio de preguntas relacionadas con lo leído), hasta niños en educación avanzada quienes podrán leer un texto más complejo y mejorar su comprensión [CSLR, 03].

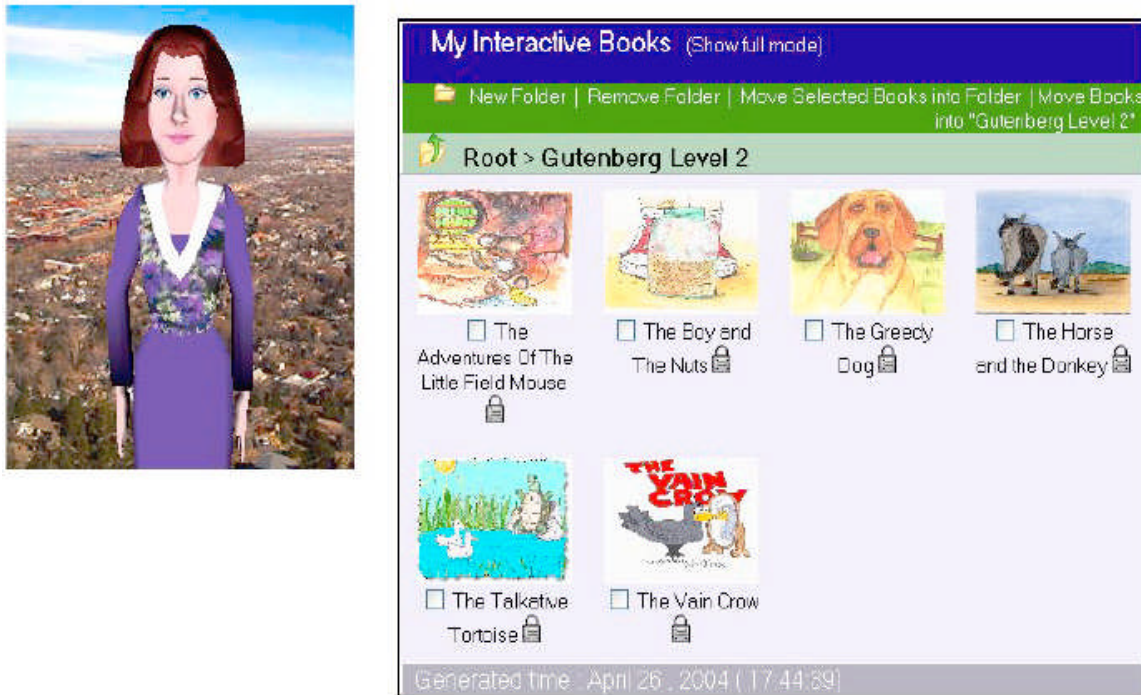


Figura 2.3 Libros Interactivos del CSLR [CSLR, 03].

2.3.1 La tecnología como herramienta educativa

Con el avance de los años se ha incrementado el uso de la computación como una importante herramienta en el proceso educativo. Actualmente, la mayoría de los proyectos educativos modernos, cuentan con el soporte de la tecnología como un medio indispensable para alcanzar y mejorar sus objetivos. Los libros interactivos del CSLR incorporan diversas tecnologías para facilitar la creación de un ambiente de aprendizaje que involucre más la atención y el interés de los estudiantes.

Las características principales de los libros interactivos se definen en términos de las experiencias de aprendizaje que son creadas y las tecnologías que las generan [CSLR, 03]. Estas características se dividen en 5 partes: *Voz Animada*, *Reconocimiento de Voz*, *Procesamiento de Lenguaje Natural*, *Visión Computarizada* y *Conversaciones Interactivas*.

La utilización de *Voz Animada* es la que centra nuestro interés en los libros interactivos del CSLR, pues consiste en la creación de personajes animados tridimensionales, que pueden generar emociones a través de expresiones faciales y movimientos naturales del cuerpo (figura 2.4). Estos agentes animados pueden narrar lecturas completas al mismo tiempo que marcan (cambiando los colores del texto) las palabras, oraciones o párrafos que el agente animado lee [CSLR, 03]. De esta forma se logra centrar la atención del estudiante en la lectura y se puede mejorar el aprendizaje.



Figura 2.4 Agentes animados [CSLR, 03].

2.3.2 Fundamentos teóricos de libros interactivos

Los desarrolladores del CSLR se basan en la idea de que el aprendizaje se optimiza cuando se logra que los estudiantes se involucren en actividades interesantes que presente un reto para ellos. En esta situación, se podrían diseñar actividades especiales para cada uno de los estudiantes por medio de la observación y análisis del comportamiento, habilidades, necesidades e interés particular de cada estudiante [CSLR, 03]. Sin embargo, esto significaría un esfuerzo enorme de tiempo y capacidad de los maestros para lograrlo.

En un mundo ideal, cada estudiante tendría un maestro para sí mismo. Si tomamos en cuenta que la enseñanza individual es sumamente efectiva, debido a que un maestro podría centrar todo su conocimiento, experiencia y esfuerzo en un solo estudiante; fácilmente podríamos imaginarnos el potencial que tendría la creación de “maestros virtuales”.

Dentro de los libros interactivos del CSLR se intenta poner al alcance de cualquier estudiante este mundo ideal. Los creadores de los agentes animados tenían, o tienen pues

se siguen mejorando, la difícil tarea de inventar personajes virtuales inteligentes que se comporten como maestros efectivos en el proceso de la enseñanza. Para la creación de estos agentes, el CSLR se justifica en el trabajo de Reeves y Nass el cual indica que si se logra diseñar agentes educativos competentes, teniendo como base una investigación apropiada, los estudiantes participarán con estos agentes como si fueran maestros reales [CSLR, 03].

En cuanto al aprendizaje y comprensión que se logra por medio de los libros interactivos, el CSLR se basa en la teoría cognitiva desarrollada por Kintsch y otros investigadores. Esta teoría sostiene la idea de que es posible aprender estrategias de comprensión y habilidades de escritura eficaces si son usadas de forma constante y en diferentes tareas; pero además, con la guía, apoyo y retroalimentación apropiadas para los alumnos [Kintsch, 1998].

El desarrollo de los libros interactivos del CSLR ha servido no sólo como una herramienta de apoyo a los estudiantes, también se ha logrado utilizar como una plataforma de investigación para programas de entrenamiento de la comprensión. Uno de estos proyectos de investigación es dirigido por el mismo Walter Kintsch en el Instituto de Ciencias Cognitivas. Este proyecto tiene como fin lograr mejorar la comprensión de lecturas por medio de retroalimentación de los estudiantes al utilizar técnicas de Análisis de Semántica Latente (figura 2.5) [CSLR, 2003].



Figura 2.5 Ejemplo de una lección de lectura de Libros Interactivos [TLATO, 2004].

Sin embargo, este no es el único proyecto que está utilizando los libros interactivos en su investigación. Existen muchos esfuerzos encaminados a la investigación de diversos métodos de enseñanza como la comprensión de lectura por medio de diálogos en lenguaje natural entre estudiantes y agentes animados inteligentes; también se recurre a los agentes animados para narrar historias a estudiantes que aún no saben leer o escribir y, por medio de reconocimiento de voz, se pide al estudiante que haga un resumen de lo que entendió, sirviendo como retroalimentación para que el agente animado pueda evaluar al estudiante (figura 2.6) [CSLR, 2003].



Figura 2.6 Ejemplo de resultados de un resumen realizado por un estudiante [TLATOA, 2004].

El alcance e innovación del conjunto de herramientas tecnológicas logradas por el CSLR, fueron la razón principal de nuestro interés por incorporar algunos conceptos de los libros interactivos con nuestro proyecto. Era claro que se podrían alcanzar resultados exitosos al incorporar algún tipo de agentes animados, dentro de un proyecto como *Enciclomedia* en el que uno de los objetivos es mejorar el ambiente de aprendizaje y la comprensión de lectura.

2.4 El sistema SARCRAD

El proyecto de *Enciclomedia* requería de varias herramientas para lograr los resultados que sus creadores querían alcanzar. Las dificultades en materia de educación nacional que pretenden resolver no son sencillos dada su magnitud y complejidad. El abastecimiento y recuperación de información son problemas comunes que, desde sus inicios, los sistemas computacionales intentan resolver o por lo menos facilitar.

Para el Dr. Felipe Bracho, encargado de la *Red de Desarrollo e Investigación en Informática (REDII)* y miembro del *Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE)*, era importante crear una infraestructura computacional que permitiera resolver los problemas de abastecimiento y recuperación de información en un entorno educativo [Rodríguez, 2001]. Esta infraestructura debía contar con un acervo educativo que estuviera al alcance de maestros y estudiantes en todo el país y para ello se tenía que incorporar un medio que facilite su consulta.

Para lograr estos objetivos se tomó en cuenta la utilización de los *Libros de Texto Gratuitos* que distribuye la *Secretaría de Educación Pública (SEP)*, puesto que ya estaban digitalizados gracias a un esfuerzo de la *SEP*, la *Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos (CONALITEG)* y otras instituciones [Rodríguez, 2001]. Estos libros son el principal medio de distribución de conocimiento y material educativo del país, y en la mayoría de los casos, es la única fuente de información que tienen los niños mexicanos. Por lo tanto, los *Libros de Texto Gratuitos* digitalizados serían utilizados como la base principal para la creación del acervo educativo antes mencionado.

Pero la idea del Dr. Bracho no se limitaba a un acervo formado sólo por los *Libros de Texto Gratuitos*, este acervo se complementaba con la *Enciclopedia Encarta* desarrollada por *Microsoft* (figura 2.7) y con otros recursos informáticos como videos, audio, artículos relacionados, etc. Toda esta información debía estar inmersa en un medio que permitiera su búsqueda de forma eficiente y, considerando que los *Libros de Texto Gratuitos* ya se

encontraban en Internet, se pensó en utilizar esta tecnología de hipertexto para lograrlo. [Rodríguez, 2001].

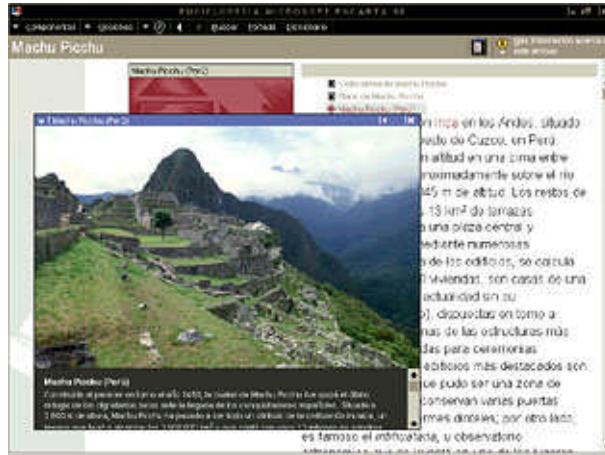


Figura 2.7 Ejemplo de un artículo de la Enciclopedia Encarta [Microsoft, 2004].

Para el desarrollo de la arquitectura que fusionaría tanto la creación de un acervo educativo integrador de recursos como de un medio que relacionará toda esta información entre sí, se invitó a Steve Rodríguez, quien en ese entonces era estudiante del *Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM)*, para su realización. Rodríguez implemento un prototipo llamado SARCRAD con el objetivo de resolver los requerimientos necesarios de *Enciclomedia*. A continuación describiré brevemente los principales elementos conceptuales del SARCRAD.

2.4.1 Elementos conceptuales del SARCRAD

- Clasificación y ordenamiento de recursos: Actualmente, una de las herramientas más utilizadas para encontrar información es la búsqueda por medio de Internet. Sin embargo, el proceso de búsqueda es bastante complejo debido a la inmensidad de recursos con los que se cuenta. Muchas veces los resultados obtenidos distan de ser los que el usuario espera puesto que no existe un ordenamiento en los recursos y es necesario consultar cada referencia para saber si contiene

información valiosa. SARCRAD requiere de una clasificación taxonómica de información así como de su ordenamiento por relevancia. Para lograr lo anterior, se necesita poder clasificar los recursos en clases y asignar un nivel de relevancia a cada una (figura 2.8) [Rodríguez, 2001].

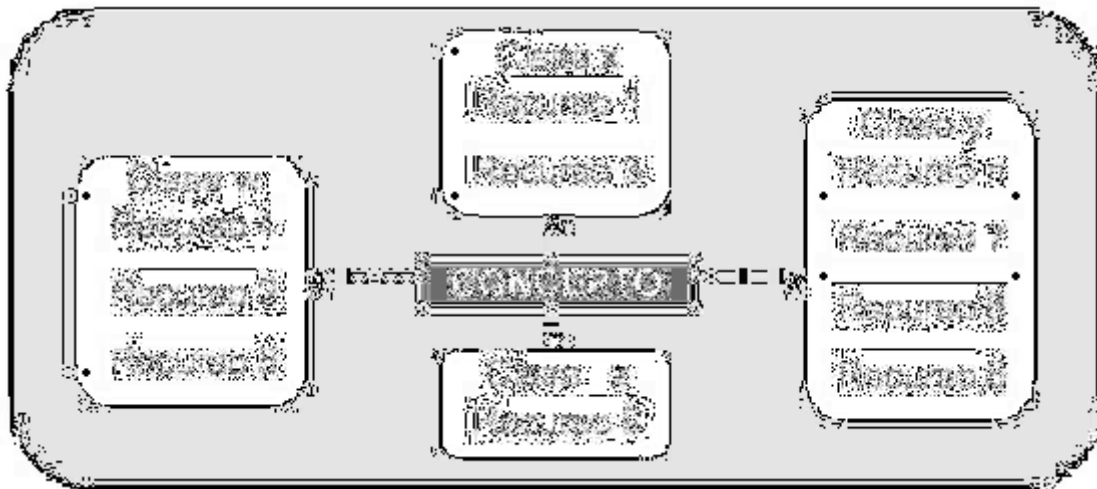


Figura 2.8 Múltiples recursos ordenados en clases [Rodríguez, 2001]

- Pluralidad tanto en tipos de recursos como en fuentes: En la formación de un acervo educativo robusto se debe tomar en cuenta la multiplicidad de tipos y formatos de la información contenida. Para esto, en SARCRAD se contempla la utilización de diferentes protocolos de comunicación para poder integrar la diversidad de recursos con los que cuenta. El formato más utilizado en SARCRAD es el de páginas Web, las cuales se comunican por medio del protocolo *HTTP (Hypertext Transfer Protocol)*. Sin embargo, era necesario incluir otros protocolos para poder utilizar recursos de audio, video e incluso artículos de la *Enciclopedia Encarta* que utilizan un protocolo definido por *Microsoft* [Rodríguez, 2001].
- Ligado automático de conceptos: Generalmente, las páginas o documentos en Internet utilizan ligas electrónicas que sirven de referencia a otras páginas o documentos. Estas ligas son creadas por los mismos diseñadores de las páginas y son ellos quienes deciden la importancia de la referencia e incluso si es necesario

ligar algo dentro de una página Web. Sin embargo, este proceso es totalmente subjetivo y lo que a una persona le puede parecer relevante para referenciar, a otra le podría parecer lo contrario. En SARCRAD se busca la automatización del ligado de recursos a nivel conceptual (figura 2.9). El ligado automático funciona de acuerdo a un proceso similar al que utilizamos los seres humanos en el que se utiliza un nivel léxico para crear referencias conceptuales, en lugar de tratar de entender el texto y crear referencias complejas [Rodríguez, 2001].

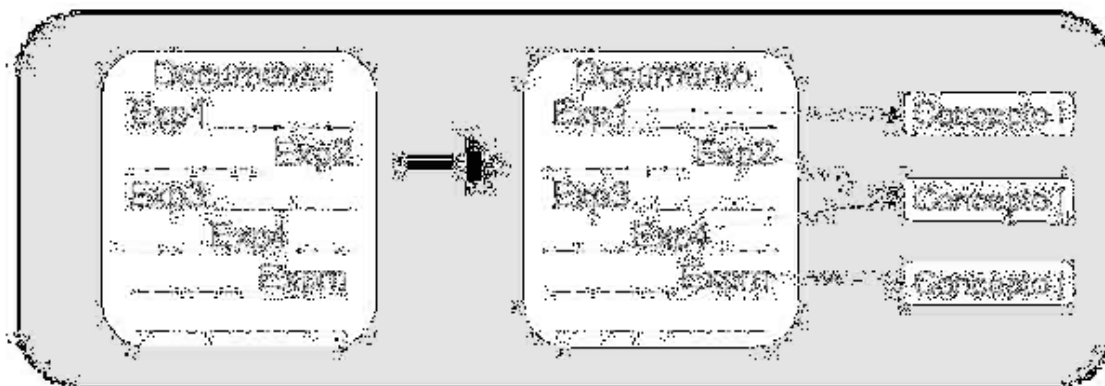


Figura 2.9 Automatización de referencias conceptuales [Rodríguez, 2001]

A pesar de los alcances logrados en la consulta y recuperación de información, existen muchos aspectos requeridos por SARCRAD que la tecnología existente no podía proporcionar de forma efectiva. Por lo tanto, Rodríguez implementó diversas herramientas, modelos y funciones computacionales que le permitieran mejorar, o adaptar a sus necesidades, las metodologías que se utilizarían en SARCRAD. Algunos elementos que se necesitaban adaptar a los requerimientos de SARCRAD son los siguientes: Sitios de búsqueda en Internet, meta-buscadores (los cuales abarcan un porcentaje mayor de recursos para realizar una búsqueda), automatización de referencias, creación de ligas automáticas entre recursos, y clasificadores de texto inteligentes.

Para lograr integrar los elementos mencionados, se diseñó el sistema SARCRAD buscando fusionar el proceso de ligado automático de documentos *HTML* y la funcionalidad de un sistema de búsqueda y recuperación de información [Rodríguez,

2001]. SARCRAD se formó con las características que a continuación describiré brevemente.

2.4.2 Características de SARCRAD

- Creación de un catálogo conceptual: Rodríguez definió la formación de un catálogo conceptual con el requerimiento de que el material que lo integrará tuviera contenido relevante y que, además, fuera cuidadosamente clasificado y ordenado según su relevancia y calidad del contenido. Para lograr lo anterior, se propuso que existieran personas responsables de esta tarea. Cada concepto estaría a cargo de una persona, o un grupo de personas, para así facilitar la administración y mantenimiento del acervo.
- Diversidad en el tipo de material: Para lograr que el acervo creciera en calidad y cantidad de material educativo, no se podía limitar el formato en el que estuviera contenido. Basándose en este pensamiento, Rodríguez decidió que el catálogo conceptual estaría definido por URL's (*Uniform Resource Locators*), los cuales permiten referenciar cualquier tipo de material contenido en una computadora mediante la definición del protocolo del recurso, su ubicación en la computadora y el nombre asignado [Reis, 1997]. De esta forma, el catálogo podría hacer referencia a cualquier tipo de material incluyendo artículos de la *Enciclopedia Encarta*.
- Entrega de material ordenado y clasificado: Todo el material del catálogo conceptual se encontraría ordenando y clasificado como mencioné anteriormente, sin embargo los resultados de la búsqueda también tendrían que tener esas características. Por lo tanto, es necesario que el material recuperado, después de hacer una búsqueda en el acervo, se entregue clasificado y ordenado dependiendo de la relevancia que el responsable de ese concepto haya asignado [Rodríguez, 2001].

- Referenciación automática de conceptos: El funcionamiento básico del sistema para referencias automáticas se basa en la búsqueda de términos textuales en un documento para después hacer referencias de esos términos con el contenido conceptual del acervo [Rodríguez, 2001]. Para complementar este funcionamiento, Rodríguez buscó la posibilidad de elegir el número de palabras a referenciar en un texto y también las clases a considerar, tomando en cuenta que las clases tuvieran una taxonomía textual y no sólo conceptos.
- Referenciación manual de conceptos: Una de las características que Rodríguez consideró necesaria para dar cabida a la libertad de modificar las referencias creadas automáticamente, era la posibilidad de crear referencias manualmente. Para poder modificar los documentos en *HTML* sería necesario integrar editores en este lenguaje dentro del sistema SARCRAD.

El prototipo inicial de SARCRAD aplicaría su funcionamiento en el libro de Historia del 5° grado de primaria, sin embargo el objetivo principal es contener todos los libros de todas las materias de los *Libros de Texto Gratuitos* a nivel Primaria (figura 2.10). Si analizamos el objetivo de SARCRAD, podemos darnos cuenta que el ligado de documentos y la constitución de un acervo educativo, tienen su principal beneficio cuando queremos complementar un tema de estudio que este inmerso en un contexto de estudio grande.



Figura 2.10 Ejemplo de una lección de Historia dentro de *Enciclomedia* [Enciclomedia, 2003]

Historia, ciencias naturales, ciencias sociales o geografía son algunas de las materias de la matrícula escolar a nivel Primaria que se ven más beneficiadas por *Enciclomedia*; sin embargo, cuando hablamos de temas como español, lectura o matemáticas, el aprovechamiento del sistema *SARCRAD* no es el adecuado. La enseñanza y el aprendizaje de estos conceptos tienen un enfoque distinto a la enseñanza de temas como historia o biología. La finalidad de la presente tesis es precisamente complementar el potencial de *Enciclomedia* por medio de otras herramientas computacionales que sean útiles en la enseñanza de lecto-escritura en los primeros años de educación básica en México.