

***MODELO ESTRUCTURAL DEL EDITOR DE CONCEPTOS
PARA UN LIBRO DINÁMICO***

CARLOS EDUARDO PÉREZ ALCOBÉ

***UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN
BOGOTÁ, COLOMBIA***

2002

***MODELO ESTRUCTURAL DEL EDITOR DE CONCEPTOS
PARA UN LIBRO DINÁMICO***

CARLOS EDUARDO PÉREZ ALCOBÉ, COD 199621558

***Tesis para optar al título de
Ingeniero de Sistemas***

Director

RAFAEL GÓMEZ

Ingeniero de Sistemas

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

BOGOTA, COLOMBIA

2002

***Ma y MiNi,
las dos mujeres de mi vida.
Gracias por mostrarme la dirección,
por estar ahí cuando no sabía dónde mirar.

El camino apenas empieza.***

***“Knowing how we know is the
ultimate human accomplishment”¹***

¹ Duffy & Cunningham, (1996). Constructivism: Implications for the design and delivery of instruction.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus agradecimientos a:

Rafael Gómez, Ingeniero de Sistemas y Director de la Investigación por su idea original, sus valiosas orientaciones y su constante motivación durante el desarrollo de este trabajo.

CONTENIDO

pág.

AGRADECIMIENTOS	v
CONTENIDO	vi
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	10
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1 PROCESOS DE APRENDIZAJE	19
1.2 UN MEJOR PROCESO DE APRENDIZAJE	23
2. APRENDIZAJE POR MEDIO DE UN LIBRO DINÁMICO	27
2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS APLICABLES A UN LIBRO DINÁMICO	28
2.2 PUNTOS DE DINAMISMO	29
2.3 VENTAJAS DEL LIBRO DINÁMICO SOBRE EL LIBRO CLÁSICO	31
2.4 LIMITACIONES	33
2.5 POSIBLES AMPLIACIONES Y FUTURO	35
3. MODELO ESTRUCTURAL PARA UN LIBRO DINÁMICO	39

3.1 BÚSQUEDA DEL MODELO CONCEPTUAL.....	42
3.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MODELO.....	45
3.3 EL MODELO DE BLOQUE.....	47
3.3.1 Prerrequisitos.....	51
3.3.2 Proceso Interno de Aprendizaje (PIA).....	52
3.3.3 Conclusiones.....	54
3.3.4 Motivación.....	56
3.3.5 Descripción.....	58
3.4 MODELAJE EN DIFERENTES NIVELES (DIMENSIONES).....	60
3.5 USOS ALTERNOS DEL MODELO.....	67
4. IMPLANTACIÓN SUGERIDA.....	71
4.1 ESTRUCTURACIÓN GLOBAL DEL MODELO.....	72
4.2 SUGERENCIAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE SECCIONES.....	76
4.2.1 Prerrequisitos.....	77
4.2.2 Proceso Interno de Aprendizaje.....	79
4.2.3 Conclusiones.....	80
4.2.4 Motivación.....	81
4.2.5 Descripción.....	82
4.3 CRITERIOS DE CONCATENACIÓN.....	85
4.4 MANEJO DE DIFERENTES 'PUNTOS DE VISTA'.....	89
5. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	92

5.1 MODELO ESTRUCTURAL.....	93
5.2 EDITOR DE CONCEPTOS.....	97
5.3 LIBRO DINÁMICO	100
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXOS	112
Apéndice 1:	112
Ciclo Vital de la Información	112
Apéndice 2:	113
Detalle de la implantación realizada (Prototipo funcional)	113
<i>MODELO DE CLASES:</i>	113
<i>DEFINICIÓN DE ATRIBUTOS:</i>	114

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es sentar las bases para el futuro desarrollo de un Libro Dinámico, una herramienta de apoyo al aprendizaje que convierta al libro clásico en un instrumento más interactivo. Para ello, se profundiza en las diferentes técnicas y metodologías de aprendizaje y se establecen los puntos más relevantes a los que debe dar soporte en la herramienta.

Con base en estos puntos se desarrollará un Modelo Estructural que sirve como fondo común de interacción entre el Libro Dinámico (de frente al estudiante) y el Editor de Conceptos (diseñado para el ingreso de los conocimientos por parte del instructor). Dicho modelo permite el ingreso de un amplio rango de ideas y conocimientos que, junto con sus contextos relevantes, podrán ser manipulados posteriormente para mostrarse bajo los criterios que el lector elija. Finalmente, se incluyen sugerencias para la implantación del modelo en un lenguaje Orientado por Objetos y se obtienen conclusiones y sugerencias de relevancia para los futuros desarrollos, tanto del Libro como del Editor.

Palabras Clave: Herramientas de aprendizaje, Medios interactivos, Cognitiva, Libro.

Abstract: the objective of this work is to set the basis for the future development of a Dynamic Book, a learning-supporting tool that transforms the classic book into a more interactive instrument. In order to obtain this, a study of the different learning techniques and methodologies is made and an establishment of the most relevant points in which the new tool should give support is obtained.

With these points in mind, a Structural Model is developed, one that works as a common interface between the Dynamic Book (student front-end) and the Concept Editor (designed for the input of knowledge from the instructor). This model is able to support a wide range of 'knowledges' along with their respective relevant contexts allowing a subsequent manipulation, one that lets a tool show them in the way a student desires. Finally, suggestions for the implementation of the model in an Object-Oriented Programming Language are made, along with conclusions of relevance for the future development of both Book and Editor.

Keywords: Learning tools, Interactive environments, Cognitive, Book.

INTRODUCCIÓN

Por definición, la palabra “Libro” trae consigo la imagen de un conjunto impreso de páginas de papel; un libro impreso, sin embargo, no permite siquiera acercarse al dinamismo requerido para cubrir las diferentes formas como el cerebro humano puede necesitar o desear aprender un conocimiento. Se requiere, entonces, comenzar con un cambio de paradigma; comenzar por pensar en las otras posibles encarnaciones del libro nos abre la ventana a un mundo de grandes y nuevas posibilidades en el que el aprendizaje no se convierte en una traba más hacia la (ya de por sí difícil) aprehensión de conocimiento sino que por el contrario colabora en el proceso de una forma más activa y colaborativa.

El diseño de una mejor herramienta podría devenir en un cambio educacional que hiciese más sencillo el aprender pero, a pesar de las grandes posibilidades, la realidad es que la investigación alrededor de este tema es escasa y nos encontramos aún bastante lejos de desarrollar una nueva técnica de creación de libros, enciclopedias y, por qué no, bibliotecas verdaderamente dinámicas en las que, si bien la comunicación entre escritor y lector no resulte ser una verdadera conversación, para todos los efectos sobre el lector y su aprendizaje se pueda suponer o simular la existencia de un interlocutor dispuesto a explicar una y otra

vez todos y cada uno de los temas que se ilustren en el libro. Para beneficio del lector, estos temas serían presentados de la forma en que éste lo prefiera o requiera con lo que se estaría obteniendo un verdadero entendimiento de cada concepto inmerso en su propio contexto, es decir, en el medio que le hace válido.

Las herramientas disponibles hoy en día, sin embargo, permiten llevar a cabo este intercambio tan sólo a través de la conversación entre pares y, a pesar de que los nuevos tiempos han ampliado en mucho el rango de posibilidades de lograr dicha conversación (por medio de diferentes avances en las tecnologías de comunicación), la verdad es que no existe un verdadero reemplazo para lo que el libro ha representado en nuestra historia.

Es así como, a pesar de su importancia, a través de los últimos tiempos el libro se ha ido quedando rezagado y no ha evolucionado a la par de la tecnología: no ha logrado avanzar nada más allá de una sencilla versión electrónica presentada en pantallas de computadoras, basada en (y limitada por) el concepto de “hipertexto” que no aprovecha verdaderamente las posibilidades y oportunidades dadas por los nuevos medios. Estas nuevas tecnologías, de ser bien empleadas, podrían entregarle un nuevo elemento de dinamismo y maleabilidad al antiguo medio de transmisión de información, renovando y convirtiéndole en una mejor herramienta, más acorde con las nuevas necesidades de nuestra sociedad actual.

Un ejemplo de este punto se encuentra al analizar las tres etapas de Kuwata y Yatsu ² para el “Ciclo vital de la información”. Estas tres etapas, *Encontrar*, *Organizar* y *Compartir*, se han desarrollado a diferentes niveles, existiendo hoy en día muchas tecnologías para la fase de búsqueda mientras que es poco lo que se ha avanzado en las tareas de organizar y compartir la información hallada. El presente documento pretende suplir en parte dicha necesidad, sentando las bases para la creación de un Editor de Conceptos a la vez que busca colaborar en la investigación necesaria para obtener un libro verdaderamente dinámico que pueda ser escalado, complementado y actualizado posteriormente durante un proceso que permita convertirle en una herramienta más completa y eficiente. Un instrumento de verdadera utilidad en esta nueva era de Información.

Este proceso debe, sin embargo, realizarse un paso a la vez. Antes de intentar generar un Libro Dinámico, debe llevarse a cabo un estudio sobre las posibilidades de representación del conocimiento humano; una estructuración del meta-conocimiento que haga factible obtener herramientas que se basen en las ideas y no sólo en sus representaciones, generar instrumentos que logren manifestar el verdadero conocimiento que un instructor desea pasar a su estudiante. El Modelo Estructural que se explicará a lo largo del presente documento pretende ser precisamente la base sobre la cual se fundamente posteriormente el trabajo de desarrollo para un Editor de Conceptos y un Libro Dinámico. El alcance de esta tesis no cubre el proceso de generación e

² Ver apéndice 1

implementación de dichas herramientas actuando tan sólo como un primer paso de estructuración del conocimiento en una forma modificable por el Editor y legible y manipulable por el Libro.

El documento comienza con un marco teórico que cubre los procesos de aprendizaje, las herramientas de enseñanza más comunes y un breve estudio sobre lo que una persona requiere para aprender de la forma más natural y con los mejores resultados posibles. La intención que se tiene al presentar estas teorías y prácticas es la de identificar los factores que conforman el conocimiento que se explica a través de un proceso de enseñanza, así como los principales agentes de dinamismo que se requerirán para hacer de este proceso un camino viable, eficaz y eficiente.

Posteriormente, el documento se ocupará de sentar las bases y mostrar la relevancia de un Libro auto-modificable que sea capaz de acomodarse a las características de aprendizaje de cada uno de sus lectores para mostrar la información que contiene de forma óptima en cada contexto; para sentar estas bases, se reflexionará primero sobre los diferentes componentes que deben conformarlo, sus características, bondades, ampliaciones y limitantes. Sólo entonces se pasará a mostrar la propuesta del modelo de estructuración del conocimiento que es el centro del presente trabajo.

El Modelo que se presenta en el Capítulo 3 ha sido diseñado con una intención principal en mente: ser capaz de representar el más amplio rango de

conocimientos de la forma más completa y estructurada posible. Se han eliminado secciones completas del modelo para mantenerlo simple y se han agregado otras nuevas que permiten una mayor plasticidad y completitud. El producto final tiene el potencial de encarnar un espectro gigantesco de conocimientos entregando, además, una funcionalidad plena junto con un conjunto de herramientas pensadas para aportar en dinamismo y facilitar el proceso de aprendizaje.

Pero el proyecto que culmina con este documento no fue completamente hipotético. A lo largo del cuarto capítulo se presentan los parámetros generales que se tomaron en cuenta para la pequeña implantación que se llevó a cabo, parámetros que pueden ser tomados como sugerencias para futuros desarrollos de mayor complejidad. El análisis de dicha implantación incluye sugerencias sobre lo que se considera el conjunto de los mejores modelos e implementaciones para cada una de las secciones del modelo así como comentarios sobre la comunicación que debe mantenerse entre ellas. Las especificaciones técnicas del prototipo se pueden encontrar en el Apéndice 2.

Finalmente, este documento culmina con una serie de conclusiones y sugerencias realizadas con el propósito de colaborar con las personas que vayan a continuar con el diseño de las demás herramientas esbozadas en esta tesis (*Editor de Conceptos y Libro Dinámico*). Es importante anotar que, dada la gran cantidad de temas y de sutilezas que se presentan a lo largo del proceso de desarrollo del modelo, se recomienda que estas personas no sólo centren su trabajo en las conclusiones presentadas sino que analicen el cuerpo completo del documento

puesto que éste trata los temas en mayor detalle y profundidad a la vez que contiene una mayor cantidad de información de la que es posible incluir en el capítulo de *Conclusiones*. Una lectura del documento completo bien valdrá el tiempo que se le invierta.

Así que, sin más preámbulos, se deja libre el camino para que se abran las puertas del conocimiento. El autor espera realmente que, algún día, este mismo documento pueda ser re-editado como un libro dinámico para que gran parte de los errores e incomodidades que sin duda alguna fueron incluidas en él puedan ser omitidas durante el proceso de aprendizaje de un futuro lector. De cualquier forma, es apenas natural el afirmar que serían muy pocos quienes leerían esta tesis tal como se presenta ahora... pocos aparte de su propio autor.

1. MARCO TEÓRICO

Desde que en esta carrera a través del tiempo dejamos de basar nuestros métodos de enseñanza en procesos individualizados transmitidos por medios orales y, producto tal vez del aumento en el tamaño de nuestras aldeas y del incremento en el número y complejidad de los conocimientos e instrucciones que debían ser enseñados a nuestros hijos, generación tras generación la tradición oral comenzó a ser desplazada por otros nuevos medios que permitían una mayor y más fidedigna difusión de la información, no sólo de padres a hijos sino, en general, de maestros a aprendices, de ancianos a nuevas generaciones. Uno de estos medios fue la escritura, método que se convirtió en un proceso casi universal, implementado lenta pero indefectiblemente en la gran mayoría de las civilizaciones, al punto que hoy en día los libros contenidos en las miles de bibliotecas alrededor del mundo representan (por mucho) la mayor parte de la memoria colectiva de nuestra civilización. En los libros encontramos la más antigua, difundida y confiable forma de mostrarle a nuestros hijos (y, en general, a los hijos de nuestros vecinos de todo el planeta) todo aquello que conocemos, apreciamos y sentimos sobre una infinidad de temas de relevancia para la humanidad.

Para hablar de libros, sin embargo, se hace necesario primero definir el término bajo un contexto relevante para el “conocimiento del conocimiento”. Un libro es, en su nivel más básico, una forma impresa de representar conocimiento extra-genético, es decir, conocimiento no heredado de generación a generación a través de nuestros cromosomas. A diferencia de este conocimiento genético, la información externa se encuentra impresa en nuestros cerebros de forma temporal, habiéndose generado de una forma única e irrepetible basada en el conjunto de nuestras propias experiencias y de nuestros inconfundibles momentos de creatividad ³.

El problema de este tipo de conocimiento es que, a diferencia del heredado, no puede sobrevivir por sí mismo a la muerte de su “mecanismo contenedor”. Dicho de otra forma, sin algún medio externo de preservar dicha información, cuando la persona muere, mueren con él todas sus ideas, sus pensamientos, sus pericias y sus experiencias y es poco probable que éstas vuelvan a entrar posteriormente en el mar de conocimientos grupales de nuestra especie. Una de las formas más extendidas de evitar esto, de compartir y mantener dicho conocimiento (o al menos de permitir dedicar nuestro tiempo al avance técnico más que a una eterna re-inención de la rueda) es, precisamente, el libro. Se trata, entonces, de una herramienta que permite al hombre, no sólo mantener su gigantesco océano de

³ Una muestra de lo arcaicas que pueden resultar nuestras formas de representación del conocimiento la obtenemos de Carl Sagan quien, en su libro “Los Dragones del Edén” (1977) realiza un sencillo ejercicio en el que concluye que la información representada en uno sólo de nuestros cromosomas corresponde aproximadamente a unos 4000 volúmenes de 500 páginas cada uno. La cantidad de información que maneja la naturaleza (y la que manejamos nosotros) excede, en mucho, las capacidades de almacenamiento y revisión de textos disponibles en la actualidad.

conocimientos adquiridos a través del tiempo, sino también transmitirlo de un individuo a otro, ampliando constantemente (y al menos en teoría) las posibilidades de supervivencia de las nuevas generaciones.

El libro (o algún equivalente suyo, en diferente encarnación) ha servido como el método por excelencia para la transmisión de información entre dos personas distantes entre sí por más de unos pocos metros. Las ventajas que ofrece el texto escrito son múltiples y entre ellas destaca especialmente la posibilidad de llevar a cabo una exposición de temas entre dos individuos sin que sea necesario que los dos se conozcan, estén en capacidad de encontrarse en una cita o, incluso, compartan por un momento el mismo lugar en el espacio y el tiempo. El libro, entonces, permite y facilita a un autor el exponer las ideas propias y los conceptos que le resultan más relevantes sobre cualquier tema de su elección a todos aquellos que estén interesados en conocer opiniones externas sobre temas que deseen investigar. De hecho, el libro también les facilita a éstos el acceso rápido y específico al conocimiento de múltiples peritos y expertos que, de otra forma, sería casi imposible de reunir. Así, el gran aporte del libro como invención de la humanidad radica en que permite no sólo la preservación de conocimientos obtenidos individualmente sino también la exposición por parte de expertos en conceptos e ideas que, a través del espacio y del tiempo, terminan por ser enseñadas de la forma más serena y comprensiva posible a un estudiante ansioso de conocimiento.

Pero el libro no es un medio perfecto. De cierta forma, resulta claro que una “Exposición de conceptos” dista mucho de ser una verdadera y motivante conversación, una forma más completa y natural de transmitir percepciones, analizar perspectivas propias y ajenas y, por ende, de generar nuevo conocimiento). Durante la conversación, el intercambio de ideas que se da cuando dos personas discuten personalmente sus reflexiones alrededor de un tema, se da la posibilidad de analizar e interiorizar la información generada y recibida de una forma relevante para cada uno. Esta información será almacenada para ser de nuevo citada posteriormente cuando las circunstancias así lo ameriten. Pero este intercambio de ideas no se puede obtener a través de la lectura tradicional y, en este punto, la inmutabilidad e indiferencia de los libros frente a sus propios lectores se convierte en un lastre que impide un verdadero avance cognoscitivo y se torna en el mayor de los obstáculos que este medio presenta para la óptima transmisión de información.

1.1 PROCESOS DE APRENDIZAJE

El libro no es algo válido en sí mismo. Un conjunto de páginas con texto escrito, imágenes y gráficas de diferentes tipos no resulta algo especialmente relevante *per se*. Un libro no es nada más que el beneficio que trae al hombre, la capacidad que tiene de apoyar un proceso de aprendizaje humano de cualquier tipo, representando desde conocimientos explícitos hasta normatividades sociales

tácitas, desde datos curiosos hasta ideas revolucionarias; de una novela de amor a un tratado sobre la fabricación de armas nucleares. Precisamente por ello, antes de embarcarse de lleno en el desarrollo de un Libro Dinámico y durante el proceso de análisis de factibilidad para tal creación, se hace necesario identificar al libro por lo que es: una buena herramienta de apoyo al proceso de aprendizaje. Una vez aclarado esto se puede entender cómo mejorarlo, optimizarlo en cuanto a su verdadera utilidad, y convertir en una necesidad primaria el lograr comprender cómo aprende (y como aprehende) el cerebro humano cada nuevo conocimiento que le es presentado.

Muchos pareceres existen a este respecto y mucha tinta se ha utilizado tras razonar e intentar explicar la forma en que el hombre interioriza los nuevos conocimientos, ingresándolos o sobrescribiendo y complementando los anteriores. El presente documento, sin embargo, tratará específicamente los razonamientos que resultan más relevantes para el desarrollo de un proyecto como este: la Teoría Cognoscitiva y la Teoría Constructivista del Aprendizaje.

Para crear un fondo común de discusión, se adjuntan tres definiciones basadas en la teoría cognoscitiva que pueden resultar relevantes en el contexto del presente documento:

- **APRENDIZ:** Ente activo (proactivo, reactivo o ambos) que trata de entender el medio en que existe o, al menos, una parte específica de su contexto vital.

- **CONOCIMIENTO:** Cuerpo organizado de estructuras mentales y procedimientos que tiene alguna utilidad práctica a nivel consciente o subconsciente.
- **APRENDIZAJE:** Cambios en las estructuras internas del conocimiento originados por operaciones mentales. Se basa en la activación y uso del conocimiento previo para comprender nuevas situaciones, modificándolo y corrigiéndolo según corresponda para utilizarlo en futuras ocasiones.

En este marco de ideas y entendiendo el aprendizaje como una forma personal de construir conocimiento, se tiene que *“todo conocimiento es construido”* y por ende *“todo aprendizaje es un proceso de construcción”*.⁴ Así, la mejor forma de obtener ‘sabiduría’ será a través de un proceso de desarrollo cognitivo (o incluso meta-cognitivo) en el que la persona sea consciente de su aprendizaje, del por qué, del cómo y, en general, del contexto específico en que cada idea es válida: de esta forma se logrará un nivel de conciencia sobre la construcción mental que está desarrollando y se permitirá aprender tanto de la construcción misma como del proceso de generación de los ‘planos arquitectónicos de su conocimiento’.

Este proceso de aprendizaje mediante la concientización del meta-conocimiento presente se hace tanto más relevante cuando analizamos que, por todo cuanto sabemos, nuestro entendimiento de nuevos conceptos se lleva a cabo a través de la relación que éstos mantienen (o que creamos) con otros conceptos anteriormente aprendidos, entendidos y recordados. Sobre este tema, resulta

relevante citar al 'Grupo de Estudio para la Construcción de Conocimiento mediante Mapas Conceptuales del *Instituto para la Cognición de Máquinas y Humana*' que llega a la conclusión de que:

“Desde un punto de vista constructivista, el resultado más importante del proceso de modelaje no es el modelo en sí, sino más bien la apreciación y experiencia que se obtiene al luchar por articular, organizar y evaluar de forma crítica el modelo durante su desarrollo” (Cañas, Ford et al., 2002)

Con esto, lo que se hace claro es que parte del arte de la enseñanza radica en saber los conceptos con los que el nuevo conocimiento se relaciona, en asegurar que estos conceptos sean conocidos por los estudiantes y en lograr guiarles hacia el descubrimiento de las relaciones entre lo nuevo y lo anterior. Si el proceso termina con éxito, lo más probable es que los estudiantes lleguen a *conocer* (y no sólo a aprender o a repetir) los nuevos conceptos, interiorizándolos y haciéndoles parte relevante de su vida. Esta debe ser, entonces, la meta final de todo proceso de aprendizaje y, por ende, de toda herramienta de apoyo a éste.

⁴ Muir, Diana PhD (2001).

1.2 UN MEJOR PROCESO DE APRENDIZAJE

Analizando los puntos anteriormente mencionados, se hace claro el hecho de que una herramienta que busque facilitar la aprehensión de temas complejos debe permitir al estudiante identificar cada conocimiento específico dentro del contexto que le dio forma, completo con las relaciones relevantes hacia y desde conceptos anteriores así como con la razón de ser de la nueva idea. Como ya se ha mencionado anteriormente, esto implica el manejo de un meta-conocimiento, es decir, de “conocimiento sobre el conocimiento”, específicamente (aún cuando tal vez no explícitamente) integrado con el concepto mismo.

Parte de este meta-conocimiento será la identificación de relaciones externas e internas entre conceptos y sub-conceptos, incluyendo obviamente la forma en que cada concepto intermedio aporta al conocimiento final que el estudiante mismo desea obtener; de esta forma, el proceso de aprendizaje se verá más que como un conocimiento rígido y pre-desarrollado que alguien consideró acertado desde su perspectiva personal, como una cadena de prerrequisitos y motivaciones que hacen del aprender un proceso estructurado, lógico y fácilmente aprehensible por nuestro neocórtex de pensamiento causa-efecto. Nótese, sin embargo, que esta cadena no debe tratarse como un requisito de obligatorio cumplimiento (como correspondería pensar de una “cadena”), sino más un conjunto de sugerencias que den un orden sugerido (pero primordial) al mar de conocimientos en que el estudiante podría sumergirse. En este punto, el resultado de la investigación

llevada a cabo para el presente trabajo parece indicar que la mejor opción consiste en priorizar la Libertad sobre el Orden.

Sin embargo, libertad no debe implicar desorden. Toda herramienta y todo modelo debe mantener un grado mínimo de orden, una categorización básica, so-pena de convertir el conocimiento estructurado en un conjunto de islas inconexas de las que poco o nada puede obtenerse. Para sobrepasar esta “contradicción”, se sugiere tener en cuenta que, a pesar de que la herramienta debe permitir una dirección del aprendizaje desde múltiples perspectivas, debe siempre asegurar, como mínimo, la cobertura de las acciones primitivas de todo proceso de enseñanza (*Enunciar, Explicar y Aclarar*). Estos tres principios deben garantizarse siempre, independientemente de las selecciones que realice o de los caminos que tome el estudiante que lee el libro o el profesor que ingresa su conocimiento.

El primero de estos tres puntos, el *Enunciar*, tiene como objetivo realizar una simple introducción a los temas que se van a estudiar, mostrando la relevancia del tema a la vez que se intenta interesar al estudiante en su aprendizaje. *Explicar* corresponde a una segunda etapa en la que el estudiante ya se encuentra interesado en el tema comentado y está realizando conscientemente los pasos de activación y generación de conocimiento típicos del aprendizaje. Es en este momento en el que se debe colaborar en el proceso de construcción de estructuras mentales, no haciéndolas obligatorias sino maleables de forma que el aprendiz pueda elegir la que más le convenga, la que mejor entienda y la que más aporte (desde su propia perspectiva) a su educación. Por último, el *Aclarar*

pretende esclarecer las dudas que le pudiesen haber quedado al estudiante, es decir, los puntos débiles en los que sus nuevas estructuras mentales fallan. Se debe colaborar no sólo en la corrección de dichas dudas sino incluso en su identificación, realizando un proceso en el que, por medio de herramientas como ejemplos, ejercicios y hasta calificación se identifiquen las falencias y se cubran los espacios que han quedado sin aprender.

Otro punto que vale la pena resaltar es precisamente la forma en que se debería organizar el conocimiento y el meta-conocimiento en un modelo viable que asegure la manutención de un grado mínimo de orden necesario mientras se permite al lector explorar la información contenida en el modelo desde múltiples y muy variados puntos de vista. En su estudio, D.P. Ausubel (1978) asegura que *“la estructura cognitiva se puede describir como un conjunto de conceptos, **organizado de forma jerárquica**, que representa el conocimiento y las experiencias de una persona”*⁵. Kuwata y Yatsu (1997), entre tanto, afirman que utilizar un modelo jerárquico para este fin puede resultar problemático pues *“una jerarquía **representa una única perspectiva o punto de vista**, por lo que no necesariamente es la mejor representación posible de un conocimiento”*⁶.

Las dos teorías parecen contradecirse pero ésta resulta ser tan sólo una contradicción a nivel superficial. En la realidad, las dos perspectivas están en lo cierto y la solución a esta supuesta contradicción es la de crear un concepto de

⁵ Ausubel, D (1978) en Cañas, Ford et al. La negrilla es mía.

⁶ Kuwata, Y. y Yatsu, M., (1997) p2. La negrilla es mía.

organización jerárquica **NO ESTÁTICA**, concepto éste que nos aleja de implantaciones basadas en técnicas ya establecidas como, por ejemplo, las redes neuronales o los mapas conceptuales tradicionales, herramientas que son incapaces de soportar sistemas de conocimiento como los que se necesitan para la implantación de un Editor de Conceptos y un Libro Dinámico. Precisamente por esta razón, el concepto de *organización jerárquica no estática* será un punto central en mi propuesta de un modelo estructural nuevo, desarrollado para la completa representación del conocimiento que será descrito en los Capítulos 3 y 4 del presente documento.

2. APRENDIZAJE POR MEDIO DE UN LIBRO DINÁMICO

Nos encontramos así *ad portas* de la propuesta de un nuevo instrumento de apoyo al aprendizaje; un instrumento diseñado para cumplir con los requerimientos y mantener todos y cada uno de los ideales arriba descritos. De aquí en adelante, el presente documento se referirá a esta nueva herramienta como a un “**Libro Dinámico**”, entendiéndole como una implantación centrada en el estudiante para un “**Modelo Estructural**” que intenta responder, principalmente a la pregunta:

“¿Cómo representar un amplio rango de tipos de información en un modelo unificado que permita ingresar variedad de paradigmas de conocimiento de una forma estructurada y fácilmente manipulable?”

Adicionalmente, siendo éste un modelo específicamente diseñado para obtener un libro dinámico, es de notar que cualquier solución que se encuentre no nos será de utilidad en tanto no pueda lograr un alto nivel de maleabilidad obtenido sin sacrificar la estabilidad del sistema de conocimiento. Dicho en otras palabras, lo que buscamos es un instrumento que permita representar el conocimiento (al menos conocimiento que pueda ser enseñado) en un sistema estructurado y que

incluya además una forma de adaptabilidad en tiempo real, no sólo reactiva sino incluso anticipatoria a los deseos del estudiante.

2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS APLICABLES A UN LIBRO DINÁMICO

En la búsqueda de una unidad básica de conocimiento, se define una idea como la representación mental de un concepto tácito o explícito; como tal, la idea puede tener diferentes representaciones dependiendo de los contextos en que sea explicada. El libro dinámico debe ser capaz de aislar cada idea de su encarnación específica (eventualmente, incluso de la ingresada por el instructor), haciendo que sean las personificaciones las que varíen mientras que la “idea” misma (en su representación más “pura”) se mantiene constante independientemente de la forma en que se está representando. De cierta forma, el libro debería tomar la concepción de idea desde la perspectiva de la filosofía platónica, es decir, como una *“realidad independiente y anterior a las cosas sensibles, de las cuales constituye los ejemplares eternos, inmutables y universales”* ⁷. La idea como un ejemplar inmutable y universal no modificado por la realidad particular.

Debido a que el contexto debe manejarse junto a la idea misma para obtener un medio en el que ésta tenga validez, tenemos que la variación en la representación de una idea no puede ser realizada aleatoriamente sino que debe manejarse tanto

a nivel de conocimiento como de meta-conocimiento; dicho sea de paso, las ideas “manipuladas” en el libro deberán estar unidas a su propio contexto, a una descripción de sus contenidos que incluya las relaciones que se dan entre ellas.

Nótese, sin embargo, que la variabilidad de las duplas idea-contexto expuestas en un libro dinámico debe asegurar la inclusión (o al menos, la posibilidad de inclusión) de las cuatro formas primitivas con que la enseñanza tradicional se enfrenta a la introducción de un nuevo concepto, a saber *Exposición, Explicación, Ejemplos y Ejercicios*. Sólo así se asegurará que los conceptos puedan ser entendidos por personas de diferentes preferencias educacionales sin que se pierda información tácita ni explícita durante parte alguna del proceso de estructuración; adicionalmente, al hacer esto se estará consiguiendo el mantener el interés de un amplio espectro de públicos que podrán estudiar los temas desde sus propias perspectivas.

2.2 PUNTOS DE DINAMISMO

A pesar de que precisamente lo que se busca a través de este documento es aumentar la maleabilidad del libro, la realidad es que éste no puede nunca llegar a ser dinámico en un ciento por ciento. Las razones son muchas, pero la principal radica en que algunas de sus secciones deberán mantenerse siempre constantes

⁷ Idea. En Diccionario General de la Lengua Española VOX, 2002.

independientemente de la encarnación que presente el Libro en un momento dado puesto que de lo contrario sería imposible mantener una continuidad en la estructura interna del sistema. De cierta forma, para mantener el conocimiento como una unidad lógica debe asegurarse que no todas las partes que le componen varíen independiente y desorganizadamente... plasticidad y maleabilidad, no entropía.

Precisamente por ello, deben especificarse algunos puntos centrales a tener en cuenta durante la implementación de un Libro Dinámico puesto que se convertirán en los pilares básicos del dinamismo buscado en él. Estos puntos deben ser la parte del sistema que soporte la variabilidad del Libro mientras que el resto del modelo se mantiene relativamente constante y estable; así, recae en estos parámetros todo el peso de la plasticidad del Libro Dinámico. El editor debe asegurar que, como mínimo, cada uno de los pilares que se presentan a continuación sea variable y que su espectro de variación sea lo más amplio posible:

- El nivel de dificultad y de profundidad con que se muestra cada uno de los temas al estudiante.
- El orden de presentación de temas y capítulos (respetando, al menos en la mayoría de los casos, el orden lógico de pre-requisitos)
- El tipo de enfoque (empírico/ teórico, inductivo/ deductivo) con que el lector visualiza los contenidos del libro.

- El tipo y nivel de dificultad de los ejemplos interactivos presentes en el texto y, de hecho, la presencia de estos ejemplos.
- La presentación de ejercicios desarrollables para diferentes secciones del libro.

2.3 VENTAJAS DEL LIBRO DINÁMICO SOBRE EL LIBRO CLÁSICO

Pero, ¿por qué preferir un Libro Dinámico por encima de un libro tradicional? El lector insistente puede aún presentar algunas dudas a este respecto. Con el fin de aclarar este tema, se hace relevante tratar el tema de las diferentes técnicas y prácticas que los estudiantes siguen durante un proceso de aprendizaje. Sean cuales sean estas metodologías, se podrán siempre resumir en uno de cuatro grandes grupos:

- Profundizaciones,
- Caminos paralelos,
- Series escalonadas de conceptos y
- Repasos de temas ya vistos.

Cada una de estas prácticas es realizada indiferentemente por los estudiantes, dependiendo de sus características particulares así como del tema mismo que se esté aprendiendo. Sin embargo, las herramientas tradicionales no están en

capacidad de brindar soporte alguno frente a ellas, por lo que el lector se encuentra siempre sólo y debe basarse tan sólo en su buen juicio para llevar a cabo su aprendizaje. El Libro Dinámico que se propone en el presente documento, sin embargo, está diseñado para colaborar también en este tema puesto que está soportado en un Modelo Estructural diseñado con estas intenciones en mente por lo que permite que cualquiera de las cuatro técnicas pueda ser realizada en todo momento del aprendizaje en que sea relevante, brindando apoyo para que, además, se realice de la forma más personalizada posible.

Es así como un libro clásico de texto escrito no permite más niveles de dinamismo de los que el lector mismo desee imprimirle por su propia cuenta y bajo su propio riesgo (como, por ejemplo, la lectura “desordenada” de capítulos o la omisión de párrafos que se le antojen “redundantes”). El libro dinámico que se propone, sin embargo, permitirá al estudiante un mayor nivel de variabilidad, opciones de selección y toma de decisiones sobre la forma en que se estudia e, incluso, sobre los temas que se desean revisar.

Desde este punto de vista, el libro dinámico aventajaría al libro clásico al solucionar la rigidez con que se acerca la herramienta al lector, lo que se vería reflejado en la eliminación o mejor manejo de situaciones como:

- La complejidad de temas expuestos en el libro (tanto de explicaciones como de ejemplos y ejercicios).

- La extrema reiteratividad con que se tratan, se explican y se comentan algunos temas que pueden resultar obvios desde un primer acercamiento.
- La longitud innecesaria de algunos bloques primarios del texto (capítulos, temas, párrafos, etc.)
- La no correlación en cuanto a complejidad entre ejemplos y ejercicios.
- La cantidad misma de ejemplos / ejercicios disponibles para cada tema.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que en muchos aspectos estos ‘problemas’ podrían continuar existiendo aún en un contexto más dinámico dado que se está siempre dependiendo de la cantidad, profundidad y forma de los diferentes bloques de conocimiento que el instructor haya ingresado con anterioridad en la herramienta. La ventaja que ofrecería el libro dinámico, sin embargo, radicaría en la posibilidad de que el estudiante elija los temas y niveles de profundización que desea ver, así como en permitir la realización de una búsqueda de conceptos y de representaciones, centrada en sus propias necesidades y gustos y limitada tan sólo por la cantidad y tipo de piezas ingresadas por el profesor (el nivel de granularidad mínimo de los temas trabajados en el modelo).

2.4 LIMITACIONES

Los puntos anteriormente descritos son, entonces, las diferentes bondades que tendría la generación y posible implantación de un libro dinámico. Sin embargo,

siendo completamente justos, es de notar que toda nueva tecnología implica tanto ventajas y puntos a favor como problemas y limitantes y este trabajo no estaría completo sin, al menos, hablar sobre algunos de los principales puntos negativos que podría implicar esta herramienta; téngase en cuenta que no se intenta ser exhaustivo en cuanto a este punto y muy seguramente el lector podrá entrever otros muchos problemas de fondo; de la misma forma, se puede casi asegurar que la fase de implementación de la herramienta final traerá consigo muchos otros inconvenientes, limitantes y problemas que, por el momento, no se pueden siquiera divisar.

De alguna forma, entonces, es posible que el listado adjunto resulte demasiado optimista con respecto a las capacidades de la nueva herramienta o que sea exiguo en cuanto a la cantidad de problemas presentados. Los inconvenientes que se enumeran a continuación no serán los únicos que deban ser solucionados antes de llegar a una buena implantación del libro, pero, al menos desde el punto de vista del diseño, son los que resultan más relevantes por las implicaciones que conllevan.

- En una primera etapa al menos, la implantación de esta herramienta estará limitada al enfoque computacional y acotada por los ingenios tecnológicos. Este sólo hecho tiene muchas implicaciones entre las que destacan el que un Libro Dinámico resultará mucho menos portátil que uno tradicional, además de que requeriría de una mayor inversión inicial (probablemente un PC) o que

estará dirigido a un público mucho más limitado, tanto económica como tecnológicamente.

- Un libro dinámico implicará el cambio de uno de los paradigmas más antiguos del hombre, la forma tradicional de transmitir información y de enseñar. A pesar de las ventajas, éste sólo hecho implicaría una re-educación de las personas encargadas de generar los nuevos textos así como de los que vayan a estudiarlos, lo que no necesariamente será un proceso fácil. Igualmente, se observaría una alteración no trivial de la forma como se “escribe un texto” y este problema se relacionaría directamente con la resistencia al cambio típica de la mayor parte de la población.
- El libro dinámico, tal como el libro clásico, estará limitado por la cantidad, calidad y profundidad de los temas ingresados por el instructor. A pesar de que eventualmente presentaría ventajas para la actualización de temas e incluso para la rápida realimentación del escritor, siempre se estará limitado por el instructor. El libro es tan sólo una herramienta de apoyo y, en pocas palabras, “no se podrá obtener de él nada que no haya sido ingresado con anterioridad”.

2.5 POSIBLES AMPLIACIONES Y FUTURO

Finalmente, este capítulo se cierra con una pequeña visión de lo que podría ser el futuro del libro dinámico. Enseguida se mostrarán algunas de las posibles

ampliaciones y modificaciones que se han visualizado para esta herramienta a corto, mediano y largo plazo; una vez más, vale la pena aclarar que esto es tan sólo un intento de identificar posibilidades y que muy probablemente la realidad final resulte muy diferente a la predicha. Los puntos mostrados a continuación podrán servir como parámetros demarcadores de lo que se tenía en mente durante el proceso inicial de desarrollo de la herramienta, de lo que se esperaba eventualmente lograr y de las ideas directrices que llevaron a tomar algunas de las decisiones claves del modelo.

- La herramienta podría utilizarse para colaborar en la educación de los diferentes tipos de personas (visuales, auditivas, kinestésicas), dando soporte a las necesidades particulares de cada uno. A pesar de que el computador sea una herramienta primordialmente visual, los avances en multimedia pueden ser aprovechados para que las personas aprendan de la forma que les resulte más cómoda y sencilla. Algunos posibles implantaciones de este punto serían cambios en la forma de representación dependiendo de la respuesta a preguntas del tipo ¿Desea ver el ejercicio gráficamente? ¿Realizar un experimento explicativo bajo diferentes condiciones? ¿Escuchar la explicación en otro idioma?
- En el mismo tren de ideas, el libro dinámico podría ser una forma de colaboración para personas con discapacidades físicas (específicamente para invidentes); se podría ayudar a personas con problemas para manejar los medios de aprendizaje más tradicionales puesto que podrían diseñarse herramientas específicas que solucionaran un sinnúmero de problemas

técnicos y, con la ayuda del computador multimedia, llegar a personas que de otra forma no podrían acceder a algunos temas.

- Limitándose tan sólo a la investigación realizada hasta el momento, se puede afirmar que el libro dinámico no está en capacidad de realizar una evaluación práctica de la forma en que los estudiantes resuelven los ejercicios; sin embargo, no existe ninguna razón de peso por la cual dicha evaluación no pueda ser implementada: desde una sencilla implantación de preguntas booleanas de verdadero / falso o de selección múltiple, pasando por el Parsing de datos para formatos de respuesta breve hasta los nuevos avances en inteligencia artificial, básicamente cualquier avance de este tipo podría ser incluido dentro de modelos más avanzados del libro dinámico. De esta forma, se lograría que el libro mismo colaborara con el instructor en la calificación de los temas aprendidos.
- Es factible que, por medio del diseño de una interfaz que permita la interacción entre el libro y otras aplicaciones de profundización y colaboración durante el entendimiento de algunos temas pueda también la herramienta evolucionar hacia una forma más completa y eficaz. Puntos como el acceso directo a diccionarios, a otras secciones del mismo libro o a capítulos de otros libros dinámicos, la creación de bibliografías interactivas o ingenios sencillos como links a páginas Web podrían ser una realidad de fácil implantación y de gran utilidad para el proceso de aprendizaje.
- Una de las ideas más atractivas (pero que requeriría de mayor trabajo) es la posibilidad de llevar a cabo la unión de diferentes libros dinámicos para formar

un único conjunto de conocimiento con el cual se pueda interactuar y en el que se pueda “navegar” por información diversa y aprender de variados temas por medio de enfoques y caminos no planeados con anterioridad, una verdadera escuela dinámica.

Esta implantación y la creación de una gran “Biblioteca dinámica” implicaría la generación de interrelaciones entre diferentes libros dinámicos que podrían devenir en un nuevo libro conformado completamente de otros más pequeños; teóricamente, todo conocimiento ingresado en un libro dinámico estaría en capacidad de unirse con cualquier otro para crear un repositorio común (una biblioteca) que los contenga a ambos.

Es de tener en cuenta, sin embargo, que la unión de dos o más representaciones de conocimientos podría hacer que el nuevo subconjunto sea inconsistente consigo mismo; esto ocurriría específicamente en el caso en que los dos libros base hubiesen sido creados bajo diferentes perspectivas, diferentes “ontologías” que, al ser unidas llevaran a contradicciones o falacias. La unión de conocimientos no debe ser realizada como un procedimiento trivial y probablemente requiera de un estudio con profundidad (tanto a nivel general como particular) para poder llegar a conceptos como la “Biblioteca dinámica”.

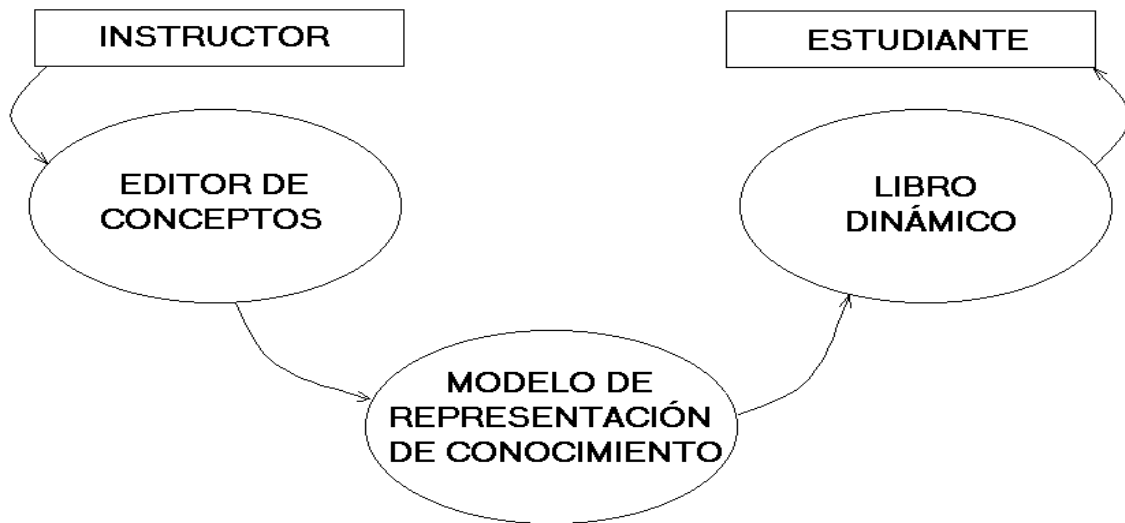
3. MODELO ESTRUCTURAL PARA UN LIBRO DINÁMICO

Para el desarrollo de un Libro verdaderamente Dinámico, herramienta capaz de transformar su conformación interna para acoplarse al orden de lectura, nivel de profundidad y aproximación pedagógica en que presenta la información en él contenida a la vez que moldea su estructura para adaptarse a las características y preferencias específicas de cada lector, se hace necesario el diseñar también un Editor de Conceptos que permita estructurar el conocimiento que se desea imprimir en el texto de forma tal que el resultado final tenga las características necesarias para convertirse en una herramienta de aprendizaje realmente maleable. El editor de conceptos debe, entonces, proveer un conjunto de herramientas que le faciliten al autor la planificación y desarrollo de los temas que éste desea ingresar a la vez que se le colabore en mantener consistentes y exhaustivos los contenidos.

La idea que subyace es muy sencilla: el *Libro Dinámico* se convertiría en la forma en que el lector/ estudiante extrae la información de un repositorio para mostrarla como prefiera mientras que el *Editor de Conceptos* funcionará como la herramienta que permite el ingreso de los diferentes conocimientos del editor/ profesor a un sistema.

De esta forma, para el completo desarrollo tanto del Editor de Conceptos como del Libro mismo, se hace necesario llevar a cabo un paso previo: el modelaje e implantación de una *Estructura Genérica de Representación del Conocimiento* donde puedan imprimirse las experiencias, pericias y percepciones que se desean enseñar y de donde éstas puedan extraerse bajo cualquiera de las diferentes metodologías de aprendizaje que el lector elija. Esta estructura, el 'modelo', se convierte, entonces, en el fondo común a ambos, libro y editor, funcionando como la plataforma constante sobre la que ambas herramientas trabajan, la interfaz de presentación que los une; la estructura se transforma así en una forma de ingresar y mantener Conocimiento y Meta-Conocimiento en un sistema y su funcionalidad radica específicamente en lograr representar formalmente la interacción tácita que existe, durante el proceso de aprendizaje, entre Instructor y Estudiante.

La Gráfica 1 (presentada a continuación) muestra precisamente esta relación entre instructor y estudiante. El instructor ingresará el conocimiento que desee explicar en un *Modelo de Representación* general; para ello, deberá contar con una herramienta intermedia que introduzca sus ideas de forma conveniente, herramienta esta a la que se denominará de aquí en adelante '*Editor de Conceptos*'. Análogamente, otra herramienta intermedia, el '*Libro Dinámico*', servirá de puente entre el conocimiento ingresado en el Modelo y el estudiante que desee aprenderlo.



Gráfica 1– Relaciones básicas del Modelo

El presente capítulo pretende desarrollar y explicar un *Modelo de Representación de Conocimiento* que, como su nombre indica, tiene como objetivo el representar de una forma estructurada y unificada todo el conocimiento que un profesor desee compartir. El enfoque con el que fue creado busca lograr la obtención de un Libro Dinámico (o, más genéricamente, una herramienta de ayuda de aprendizaje) con las características, motivaciones y limitantes expuestos en los capítulos anteriores y surge, entonces, de la necesidad latente de representar dinámica pero explícitamente el conocimiento a compartir entre instructor y estudiante de forma que el proceso de aprendizaje se acomode al método de estudio que el lector prefiera.

3.1 BÚSQUEDA DEL MODELO CONCEPTUAL

La pregunta es, entonces, ¿cómo lograr este modelo de representación de conocimiento? Un buen punto de inicio lo encontramos en los sistemas de aprendizaje. Por definición, todo sistema de aprendizaje, natural o artificial, reacciona a la nueva información modificando sus representaciones internas de forma tal que pueda responder más eficientemente a su ambiente. Si lo que esperamos de ese “responder más eficientemente” se refiere directamente a las elecciones del lector de un libro dinámico (nuestra razón de ser), podría hablarse de una mejor adaptación cuando el libro se acomode al estilo preferido por el aprendiz para estudiar cada conocimiento.

La representación de un modelo de este tipo requiere, entonces, de una forma de almacenar conocimiento real en un sistema que permita posteriormente manejarlo, actualizarlo y extraerlo de múltiples formas. Las principales investigaciones llevadas a cabo en este campo corresponden al área de la Inteligencia Artificial y están centradas en principios básicos de la filosofía y la pedagogía. Cabe entonces destacar dos tecnologías avanzadas en esta dirección:

En un primer caso, el proceso de representación podría llevarse a cabo a través de una Red Semántica (más exactamente, una red del estilo de una “Learning Network” tal como la definida por Sowa⁸). Esta red es una herramienta utilizada

⁸ Sowa, John, “Semantic Networks”, p15.

desde hace algún tiempo para colaborar en sistemas de aprendizaje por lo que podría pensarse perfecta para el propósito de este proyecto; sin embargo, además del altísimo nivel de complejidad que debería manejarse para manipular temas tan amplios como los que un Libro Dinámico requeriría, el principal problema radica en que una red semántica no permite una verdadera manipulación de conceptos generales (muchas veces tácitos) puesto que no está diseñada para manejar el concepto de “conocimiento” sino que se limita a representar interacciones entre sentencias individuales, sin colaborar con la utilización de meta-conocimiento ni, mucho menos, del contexto de las ideas

Por esta razón, cabe acotar que un sistema así diseñado estaría restringido por el entendimiento que pudiera tener el usuario de la implementación específica del modelo y, concretamente, de las uniones semánticas que se den entre conceptos ya que el meta-conocimiento no sería encontrado en sección alguna de la red; esta necesidad haría de la lectura del Libro un procedimiento completamente dependiente del modelo mismo y obligaría tanto al instructor como al estudiante a actuar por razones técnicas ajenas al proceso de aprendizaje. Dado que esta condición nos alejaría de las pautas fijadas anteriormente, encontramos que la implantación del modelo utilizando redes semánticas no es viable para los propósitos de un Libro Dinámico.

La segunda posibilidad dada por el área de la Inteligencia Artificial y, más exactamente por sus bases en pedagogía, es el Mapa Conceptual, una estructura en forma de árbol que representa uniones y relaciones entre conceptos

individuales. A pesar de que los procesos que les hacen posibles y el trabajo que subyace a su implementación resultaron temas muy relevantes para el desarrollo final del modelo elegido, el Mapa Conceptual no puede ser la forma de representación que se busca puesto que resulta incapaz de manejar la complejidad presente en el estudio de temas tan extensos y profundos como un libro dejando de lado, una vez más, todo el contexto de cada idea.

En principio, el Mapa Conceptual puede trabajar tan sólo a un nivel de profundidad. Este nivel puede ser algo tan amplio como la representación de conceptos abstractos o, más comúnmente, tan específico como el estudio de las relaciones entre palabras, frases o párrafos; pero la herramienta como tal no tiene la verdadera capacidad de representar ideas de múltiples niveles (mucho menos de diferentes formas) y le es imposible extenderse más allá de una concatenación de conceptos. Por ello, porque no permite el manejo de dinamismo requerido por el presente proyecto y, además, porque es incapaz de moverse entre niveles de abstracción o de manejar meta-conocimiento, debió también descartarse su utilización con fines del Libro Dinámico.

El caso del mapa conceptual es similar al de la Teoría de Estructura Retórica (Mann, 1999 y Marcu, 1996) o a las relaciones estructurales del Discurso (Hovy, 1993), otras representaciones que también se tuvieron en cuenta pero que fueron descartadas puesto que en ellas el manejo del concepto de “idea” es aún más limitado y las herramientas se reducen a encontrar formas de extrapolar y representar relaciones internas dadas entre los conceptos (palabras y frases) de

un párrafo. Su estudio, sin embargo, redundó en una mayor capacidad de especificar el concepto de idea en algo más manejable por un sistema automático.

Por todo esto, y tras haber descubierto que las herramientas disponibles no se ajustaban a las necesidades prácticas del Libro Dinámico y el Editor de Conceptos, se decidió desarrollar una abstracción propia que permitiera la manipulación de conceptos requerida por el proyecto. Esta nueva abstracción será tratada en lo que resta del presente documento y la representación que se obtendrá es el fundamento para la generación del Libro tal como se tiene definido en el presente.

3.2 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL MODELO

A lo largo del proceso de diseño de esta nueva representación se ha buscado lograr un modelo lo suficientemente amplio como para ser utilizado de forma “genérica”, independientemente del conocimiento que se vaya a plasmar en él, es decir, con indiferencia de los temas que se vayan a enseñar con el libro. El diseño se ha desarrollado con esta meta en mente al tiempo que se ha intentado generar el menor impacto posible sobre la aplicabilidad práctica del modelo, buscando que ésta resulte natural y de la menor complejidad posible. En otras palabras, lo que se busca es que la generalidad no devenga en un modelo completamente tácito, subjetivo o de terminologías vagas sino en uno que pueda ser fácilmente llevado

al campo de lo real y que presente el menor número posible de problemas durante la etapa de implantación y programación en cualquier lenguaje del mercado.

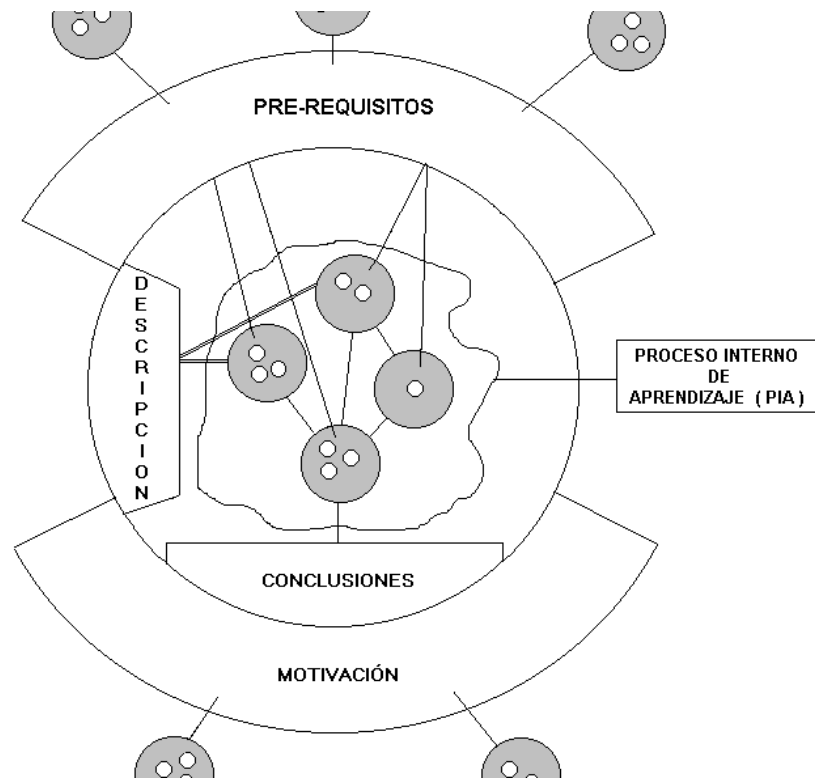
En este proceso de planear el modelo desde la perspectiva de su implementación en pro de las herramientas anteriormente descritas, se ha tenido en cuenta durante la etapa de diseño, entre otras cosas, el que su implementación pueda dar soporte a un sistema de asistencia al lector para la definición del orden de lectura a seguir para aprender un concepto. Este sistema de asistencia colaborará en el aprendizaje al generar recomendaciones sobre la mejor forma de avanzar cada idea, mostrándole al estudiante diferentes opciones, explicándole siempre la utilidad de su esfuerzo junto con el por qué resulta relevante aprender cada concepto. Así, todo el conocimiento relevante ingresado en el modelo está en capacidad de ser presentado como un contexto para el concepto y el lector puede entender su relevancia y elegir el nivel de estudio al que desea llegar. Aquí, como en todo el proceso de diseño, el lector se convierte en el marco de acotación de toda decisión, en el punto neurálgico de cada elección tomada.

A pesar de esto, a menos que la elección conlleve una divergencia en cuanto al punto anterior, se ha intentado no dejar de lado la colaboración para con el instructor que llenará, en una primera instancia, el Modelo Estructural para el Libro Dinámico. Se ha tenido en cuenta, entonces, la idea de que el modelo debe permitir y facilitar la colaboración durante el ingreso de conceptos para llevar a cabo este proceso de una forma sencilla y clara, con un mínimo de intervención explícita al ingresar cada uno de los campos requeridos. El Editor de Conceptos

se debe encargarse de que la intervención directa con las secciones no sea necesaria, de forma tal que el profesor no deba ser consciente de la estructuración que se está dando a sus conocimientos y que, como máximo, responda a preguntas sobre los límites de los diferentes conceptos, las relaciones que los unen, el contexto que le hace válido o el ejemplo que le ilustra. El modelo ha sido desarrollado priorizando el desarrollo del Libro Dinámico sobre el del Editor de Conceptos pero hace también de este último un elemento de gran relevancia.

3.3 EL MODELO DE BLOQUE

Teniendo en cuenta las razones y aclaraciones anteriormente mencionadas, se presenta a continuación la representación gráfica del Modelo Básico de Estructuración del Conocimiento diseñado para un Libro Dinámico. Nótese que se requiere de una forma de inferir conocimiento que no esté directamente representado por el esquema; la habilidad de trabajar con grupos incompletos de conocimiento (o de complementarlo) es la diferencia principal entre una representación de conocimiento y una base de datos y esta capacidad se hará explícita más adelante.



Gráfica 2 -Modelo de Representación

Como se puede observar, adicional al nombre o identificador del bloque, el modelo consta de 5 secciones, independientes pero interrelacionadas entre sí que conforman un proceso cerrado y completo. Su utilidad principal radica en la posibilidad de conformar un “bloque” a partir de bloques idénticos pero de menor tamaño (es decir, más específicos); el “ladrillo” desarrollado es, entonces, “recursivo” y está compuesto, al menos en parte, de sí mismo. Cada uno de los bloques representará un concepto único de forma tal que cada una de las cinco secciones constituye parte de su contexto relevante. De la misma forma, las conexiones que se presentan desde este concepto hacia otros bloques simulan las

relaciones que existen entre diferentes ideas, tanto de causalidad como de parentesco o jerarquía.

Adicionalmente a la obtención de un contexto, resulta también relevante señalar que el modelo fue ideado con una segunda meta en mente: permitir, e incluso, asegurar la cobertura de las anteriormente mencionadas '*Acciones Primitivas del Proceso de Enseñanza*'. Con este fin en mente, se sugiere que en el momento de la implementación del modelo se haga obligatorio el paso por (o al menos el ingreso de) cada una de las secciones constitutivas del modelo pues, de esta forma, se fomentará el que el proceso Enuncie, Explique y Aclare los conceptos e ideas que se estudian en el bloque y el lector tendrá acceso a las herramientas completas para facilitar su aprendizaje.

Las diferentes secciones constitutivas del modelo deben ser explicadas con mayor detalle. Por ello, a continuación se hará énfasis en las características específicas y en la relevancia de cada una ellas. Como introducción y para dar una visión global del modelo, son de gran utilidad las siguientes definiciones:

- **Prerrequisitos:** Gráficamente mostrada en la parte superior de cada bloque, esta sección contiene las conexiones con conceptos anteriores, aquellos que, como su nombre indica, actúan como precondition de la idea expuesta en el bloque actual y que, según concepto del instructor, deben ser entendidos con anterioridad al estudio del concepto presente.

- **Proceso Interno de Aprendizaje:** Compuesto recursivamente por otros bloques de conceptos, el *PIA* contiene los diferentes caminos e ideas necesarios para entender el conocimiento actual. El concepto base detrás de esta sección es el estructurar el aprendizaje de cada concepto complejo como un conjunto de pasos más simples que se relacionan de forma lógica. A su vez, estos “pequeños pasos” pueden estar compuestos por otros conceptos más básicos generando una profundización natural de fácil manejo, tanto por parte del sistema como por el estudiante o lector.
- **Conclusiones:** Tal como su nombre lo indica, la sección “*Conclusiones*” es la parte del modelo en la que se cierra el aprendizaje del concepto actual. En este punto, se considera que el tema expuesto (la idea) ya fue entendida y el estudiante está en capacidad de manejarla sin problemas. Por esta razón, una de las posibles implantaciones incluirá un resumen concluyente del concepto enseñado.
- **Motivación:** Al tratarse de una sección “espejo” de *Prerrequisitos*, la *Motivación* incluye un listado de los bloques que consideran el conocimiento actual como obligatorio, aquellos conceptos posteriores que se fundamentan en las ideas explicadas en el bloque actual. De la misma forma, es aquí donde se informa cual es la razón de ser del bloque, la utilidad de la idea enseñada, el “para qué” vale la pena estudiar (o haber estudiado) el concepto.
- **Descripción:** Finalmente, la *Descripción* es el campo más complejo del modelo, conteniendo específicamente, una breve reseña sobre el *PIA* y explicando la razón de ser de cada sub-concepto así como las diferentes

relaciones que se señalan como caminos a seguir entre los pasos para comprender el conocimiento explicado. Es en este punto donde se manejará el concepto de profundidad de estudio y será la sección que identifique los posibles caminos a seguir así como la importancia relativa de cada sub-bloque de conocimiento incluido en el *PIA*.

3.3.1 Prerrequisitos

Responde a la pregunta ¿Qué debería saber con anterioridad?

Conformando un conjunto de conocimientos previos en los que se supone que el estudiante ha trabajado con anterioridad y que resultan relevantes para el contexto actual, este elemento se incluye como una forma de asegurar el desarrollo satisfactorio del proceso de estudio correspondiente a cada bloque de conocimiento.

En principio, habiendo sido seleccionados directamente por el instructor, los *Prerrequisitos* deben ser específicos y pragmáticamente sostenibles puesto que de su buena definición depende el verdadero dinamismo y estabilidad interna del conocimiento. Este punto es también válido para un posible segundo tipo de prerrequisitos que sea “descubierto” automáticamente por el sistema de ingreso de datos al complementar los *Prerrequisitos* de un superbloque con los de los conceptos internos de su *Proceso Interno de Aprendizaje*. En este caso, el sistema estaría complementando el conocimiento del profesor y se estaría

generando nuevo meta-conocimiento al hacer que cada bloque del *PIA* contribuya al superbloque con sus propios nodos prerrequisito y que, por lo tanto, se conviertan también en prerrequisitos de éste.

Un caso extremo, aquel en que un conocimiento específico no requiere de ningún otro bloque como su preconocimiento por ser, para criterio del profesor, un concepto “elemental”, será el “caso base” de la recursión del *PIA*. Este caso se daría específica pero tal vez no exclusivamente en el caso del Bloque Primario, el contenedor inicial y mayor donde existirá una excepción a la contribución de prerrequisitos desde el *Proceso Interno de Aprendizaje* hacia el bloque que le contiene. Un buen factor de juicio para identificar este tipo de excepciones será el analizar que el prerrequisito de un sub-nodo se encuentre a su mismo nivel, es decir, estén incluidos en el mismo *PIA* de cualquier superbloque; de ocurrir esto, es apenas lógico que dicho nodo no forme parte de los *Prerrequisitos* del bloque mayor puesto que los temas que explica ya serán comentados dentro de él, en el *PIA*.

3.3.2 Proceso Interno de Aprendizaje (PIA)

Responde a la pregunta ¿Cuál es el proceso?

Cubriendo en parte la acción primitiva de enseñanza ‘EXPLICAR’, el *Proceso Interno de Aprendizaje* consiste de uno o varios nodos (bloques anidados) que representan el conocimiento de las metas intermedias dentro del proceso total de

estudio de un concepto; estos nodos se conectan y relacionan entre sí, generando una estructura lógica de aprendizaje.

En principio, cualquier combinación de nodos es posible puesto que se debe dar soporte a diferentes niveles de profundización en los temas así como a la representación de ejemplos, ejercicios, evaluaciones y cualquier otro proceso de ayuda al aprendizaje como, por ejemplo, laboratorios, proyectos, modelos y gráficos.

Un punto relevante del *PIA* es que el modelo estructural fue diseñado para soportar múltiples puntos de entrada para el estudio del tema, así como uno o varios bloques de salida conectados con las *Conclusiones*; realizado con la intención de permitir que sea el lector mismo quien decida dónde comenzar y terminar sus estudios, el modelo le limita tan sólo por la necesidad de llevar a cabo el aprendizaje de una forma estructurada que asegure la obtención del conocimiento del concepto. Así, todas y cada una de las conexiones existentes en el proceso debe ser relevante y explicable, construyendo un conjunto ordenado de avances intermedios a la vez que aporte al aprendizaje del concepto representando un paso en una metodología específica. Desde luego, cada uno de estos caminos debe tener una razón de ser sostenible (y sostenida) en la *Descripción* del nodo.

El modelaje de este proceso permite estructurar el pensamiento del instructor de forma tal que se pueda navegar por él con la táctica que el estudiante desee

hacerlo (dentro de ciertos parámetros definidos por el Libro mismo). Sin embargo, al utilizar un modelo como éste es posible que se creen caminos nuevos no planeados por el profesor (al entrar y salir del bloque “madre” hacia otros temas o al realizar recorridos mixtos con descripciones, ejemplos y ejercicios, entre otros), lo que podría ser favorecido por un modelo de “*Pool de conocimientos*”⁹ donde cada uno de los bloques constitutivos puede ser tomado en diferentes contextos para enseñar diferentes conceptos.

En el caso más sencillo (el nivel mínimo de granularidad), el *PIA* se convertiría simplemente en un camino directo entre *Prerrequisitos* y *Conclusiones*. Este sería el caso de los conceptos que el instructor considere tan básicos como para no requerir del estudio de sub-concepto alguno para aclararle o profundizarle. En este caso base, todo el peso de la explicación recaería en la *Descripción* y *Conclusiones* del nodo, mientras que el *PIA* se encontraría vacío.

3.3.3 Conclusiones

Responde a la pregunta ¿Qué es lo que se desea aprender?

Cubriendo la acción primitiva de la enseñanza 'ACLARAR', esta sección contiene los conceptos que debe saber el estudiante una vez ha concluido el proceso de aprendizaje del nodo específico, un resumen de los conocimientos e ideas que se

⁹ Ver “Implantación Sugerida”

obtienen tras haber progresado a lo largo de algún camino completo del *Proceso de Aprendizaje*.

Las *Conclusiones* son, entonces, el punto final del aprendizaje de cada concepto y en cuanto el lector llega a ellas tras el estudio de los diferentes sub-bloques del PIA, se puede considerar que pasa de la fase de Explicación a la de Aclaración de conceptos. A pesar de que el modelo no impide que las conclusiones sean, bajo algunas circunstancias específicas, el punto de entrada al bloque, se sugiere que esto se limite al máximo para mantener una unidad lógica y que antes de hacerlo se verifique que dicha posición de inicio no puede ser dada, por ejemplo, a la *Motivación*, una solución mucho más conveniente en el caso de estudio por metas. De cualquier forma, es claro que bajo ninguna circunstancia debe considerarse a las *Conclusiones* como un punto intermedio del proceso ya que esto implicaría llevar al estudiante a una confusión de temas, ideas y caminos de aprendizaje.

Al tratarse del punto concreto en que se define que el lector ya domina el conocimiento que se explicaba en el módulo, el Libro debe asegurarse que al llegar a este punto se hayan estudiado ya todos los nodos internos considerados obligatorios (si es que existen) y que las metas intermedias hayan sido cumplidas a cabalidad.

El método tradicional para realizar dicha comprobación consiste en realizar y superar algún tipo de examen o prueba. Este método podría ser implementado en el Libro Dinámico durante el *PIA* o, preferiblemente, en *Conclusiones* donde

pueden llevarse a cabo comparaciones finales entre todo el conocimiento obtenido y aquel que el profesor incluyó en el sistema. Si, a la luz de los resultados se comprueba que el estudiante no ha entendido correctamente el módulo, debe llevarse de vuelta a un repaso de los conceptos que respondió incorrectamente, es decir, al campo *Conclusiones* o *Descripción* del bloque de conocimiento interno en que se encuentra la explicación del concepto. Nótese que antes de la implementación final del Libro Dinámico, la idea de evaluación requerirá de una mayor depuración que yace fuera del alcance del presente documento.

3.3.4 Motivación

Responde a la pregunta ¿Para qué se desea aprender este conocimiento?

La *Motivación* es la sección del modelo que muestra la razón por la cual se desea explicar, entender o aprender el conocimiento interno de cada bloque, es decir, la utilidad pragmática que se obtendrá tras estudiar el concepto.

Ideada no sólo como una forma de incluir en el modelo parte del contexto relevante de la idea sino también como una forma de colaborar en el estudio de las mentes dirigidas por metas, la *Motivación* debe encontrarse en conexión con *Descripción* pues, bajo ciertos métodos de estudio, podría servir como una introducción de conceptos para el estudiante que desee conocer para qué le servirá estudiar una lección y qué conocimiento nuevo obtendrá al hacerlo.

De esta forma, la *Motivación*, puede ser entendida como la ‘razón de ser’ de cada nodo, aún cuando puede ocurrir que en algunos casos específicos se defina que la utilidad no es más que “ser un ejemplo de un concepto”, “actuar como punto intermedio entre dos ideas complejas” o alguna otra concepción en la que el bloque tiene una utilidad sólo en cuanto al modelo de representación y no tanto hacia el conocimiento que se está explicando. Esta práctica, sin embargo, debe ser limitada al máximo puesto que hace que el modelo trabaje para si mismo, para el sistema y no en pro del conocimiento; así, y dado que cada uno de los nodos que se creen bajo estos parámetros va a resultar completamente dependiente de aquellos a los que esté conectado, muy posiblemente se redundará en una pérdida general de autonomía en el modelo mientras que el aporte real al contexto del superbloque será, en la mayoría de los casos, mínima o realizable de otra forma.

Debido a la visión característica y global que da del bloque actual, en esta sección también se cumple la tarea conectar los otros nodos del modelo de los cuales el bloque actual es prerequisite. Cada uno de los diferentes bloques a los que se pueda llegar una vez se tenga conocimiento de los conceptos actuales aparecerá, entonces, ligado a la *Motivación* del nodo; de esta forma, el estudiante podrá continuar en su camino hacia cualquiera de los nuevos conocimientos que sucedan el que acaba de terminar, limitado sólo por las opciones que le presente el *Proceso Interno de Aprendizaje* en que se encuentre inmerso en el momento.

3.3.5 Descripción

Responde a la pregunta ¿Cómo es el proceso?

Finalmente, y cubriendo la acción primitiva de 'ENUNCIAR', la *Descripción* muestra una visión global de los diferentes caminos posibles que el estudiante puede seguir en el *PIA* para llegar hasta las conclusiones finales del nodo y aprender el concepto enseñado. Para lograrlo y ser así la visión más holística del modelo, la *Descripción* incluye conexiones con cada uno de los diferentes puntos de entrada al *Proceso Interno de Aprendizaje* (los sub-conceptos por los que el estudiante puede comenzar su camino) así como comentarios sobre los caminos entre los diferentes bloques constitutivos presentes en él. Nótese que, a pesar de que no es necesario que cada conexión presente comentarios, es muy importante definir cuales son los caminos coyunturales del *PIA* (aquellos por los que es más factible o deseable que el estudiante cruce o aquellos que presentan una mayor complejidad) para, como mínimo, comentar este subconjunto de uniones.

Un segundo segmento de esta sección es la introducción al conocimiento que se enseñará con el bloque, el planteamiento del problema específico que se desea resolver. Esta introducción debe ser algo sencillo pero diciente y puede crearse uniendo una visión global sobre el concepto a estudiar con una utilización recursiva de comentarios de relaciones y descripciones de los sub-bloques del *PIA*; al incluir estas sub-descripciones como parte integral de la *Descripción* del bloque actual, no sólo se están aprovechando las características recursivas del modelo sino que también se hace del movimiento entre bloques (y entre niveles)

un proceso continuo y natural. A pesar de que la concatenación de descripciones no es, ni por mucho, un procedimiento trivial, su implementación traerá consigo una gran cantidad de ventajas que bien valdrán el trabajo realizado durante su obtención.

Llevar a cabo este proceso tiene una segunda gran ventaja: dependiendo del nivel de profundidad elegido o de qué tan explícita desee hacerse la explicación que se muestre al estudiante, la *Descripción* actual puede modificarse para incluir sólo las descripciones de algunos sub-nodos seleccionados. Este concepto de mostrar o esconder relaciones y nodos del *Proceso Interno de Aprendizaje* según convenga podría realizarse en el caso de que el bloque sea un Ejemplo que desee presentarse como Ejercicio para resolver. Para lograrlo, el modelo debe poder identificar las conexiones y descripciones que resultan necesarias para el entendimiento de la lección y diferenciarlas de las profundizaciones, aclaraciones o puntos menos relevantes de forma que se asegure siempre el completo aprendizaje del concepto.

Al definir un cierto tipo de '*estratificación por necesidad*' en cada bloque se puede obtener una maleabilidad en la presentación del *PIA* y definir así cual nodo corresponde a cada 'nivel de profundidad'. Esto resultará útil tanto en el momento de mostrar la información con la redundancia y densidad que el estudiante escoja como en la generación de ejercicios de diferentes complejidades.

Es importante notar, sin embargo, que esta estratificación no es inherente a cada bloque sino que depende del contexto (el super-nodo) en que esté inmerso; un mismo concepto puede ser muy difícil la primera vez que se estudia para luego convertirse en un tema trivial. Así, la definición de niveles de profundidad no se puede realizar a nivel de nodo sino de 'supernodo', es decir, en la *Descripción* del bloque en cuyo *PIA* se presenta el concepto estratificado. De esta forma, nunca se estratifica el nodo actual sino la relación de un bloque interno con respecto al resto del *PIA* y, en general, al conocimiento actual.

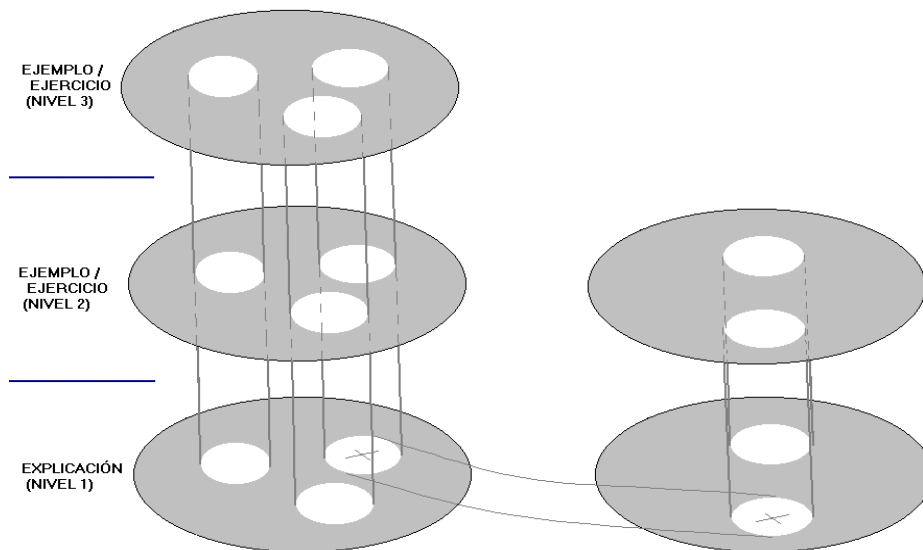
Finalmente, y dado que la forma de presentación de la *Descripción* debe variar dependiendo del estilo de aprendizaje seleccionado por el lector para, por ejemplo, basarse primero en la *Motivación* o identificar qué bloques debe mostrar del *Proceso Interno* actual, se requiere de un tercer componente de la descripción que represente precisamente la forma actual en que se está mostrando la información. De este identificador dependerá, entonces, cuales nodos se muestran y cuales se esconden, cuales conexiones serán sugeridas al estudiante y, en general, el nivel de profundidad con que se está mostrando la *Descripción*.

3.4 MODELAJE EN DIFERENTES NIVELES (DIMENSIONES)

A lo largo de un proceso natural de aprendizaje se requiere de ciertas etapas intermedias características que permitan una interacción mayor con el estudiante

que el simplemente “contar y mostrar” conceptos. Aún en el caso de un libro dinámico, donde la interacción debe realizarse en otros campos como en la selección del estilo o en la elección de la profundidad con que se tratan los temas, se hace necesario tener ciertas ‘**Herramientas Interactivas del Aprendizaje**’ que complementen las descripciones dadas de los temas expuestos. El presente documento se centrará en tres de estas herramientas, *Explicaciones*, *Ejemplos* y *Ejercicios*, ayudas educativas que permiten que ciertas partes del proceso mismo sean llevadas a cabo por el estudiante. Se dejan por fuera otras tantas posibles herramientas como Laboratorios, Proyectos, Modelos Interactivos, Gráficos y Mapas de Contacto, Diagramas de flujo o incluso Programas de cualquier tipo, no por una supuesta menor relevancia sino porque su implementación es demasiado concreta y porque, en última instancia, cada una puede ser tratada como una especificación de alguno de los tres métodos tratados.

Dado que se trata, entonces, de las formas más generales, cada una de las tres herramientas debe tener la posibilidad de ser ingresada en el modelo presentado anteriormente. Para lograr esta inclusión se podría realizar una modificación de alguna de las secciones ya descritas pero, debido al aumento en la complejidad de dicha sección y especialmente a la relevancia física de las herramientas interactivas, se ha optado por una segunda solución que realiza una ampliación del modelo. De esta forma, para la implantación de estas herramientas se propone un nuevo concepto aplicado al bloque que llamaremos “Nivel” o “Dimensión” y que puede ser representado gráficamente como se presenta a continuación:



Gráfica 3 – Modelaje por Niveles

Tal como se puede observar en la gráfica anterior (donde cada elipse representa un bloque de conocimiento con las secciones anteriormente mencionadas), el nuevo modelo no se presenta tan sólo en dos dimensiones sino que se toma una tercera para simular otra conexión entre bloques similares que conforman un todo organizado en pro del aprendizaje de un mismo conocimiento. Esta nueva dimensión será la que permitirá la implementación y diferenciación de las *Herramientas Interactivas del Aprendizaje* seleccionadas, es decir, *Explicaciones, Ejemplos y Ejercicios*, sin tener que entrar en una nueva definición del modelo. Para todos los efectos prácticos, estas ayudas deben ser tratadas como bloques de conocimiento normales con todas las características y secciones del modelo que se ha descrito hasta el momento y, en la mayoría de los casos, se tratará de

estructuras muy similares al bloque de Descripción (Nivel 1) al que estén unidas, específicamente en lo que a su *Proceso Interno de Aprendizaje* se refiere.

De los tres niveles presentados, únicamente dos (*Ejemplos* y *Ejercicios*) son verdaderamente interactivos más allá del dinamismo que el Libro mismo exige. Por ello, y por otras características anteriormente mencionadas, se puede hablar de que estas dos sean una única unidad que presenta diferentes encarnaciones según como se prefiera mostrar en cada contexto específico.

Por medio de ciertas manipulaciones de la información que se presenta al estudiante (realizadas, como ya se ha señalado, en el campo *Descripción* de cada bloque), un *Ejemplo* se puede convertir en un *Ejercicio* y viceversa. En definitiva, se estaría hablando únicamente de dos tipos diferentes de bloques, uno que contenga las explicaciones generales, tácitas y mentales y otro con casos puntuales, particulares y prácticos que puedan ser mostrados por la interfaz bien como ejemplos o como ejercicios según se prefiera o se requiera en cada contexto. Un examen, una particularización para aclarar un concepto, o el que la persona desee estudiar cierto tema por medio de ejercicios son todos casos de diversas situaciones que implicarían un cambio de dimensión.

Por este medio, cada cambio de nivel podrá ser entendido como un cambio en el paradigma de estudio que mueve al lector entre lo universal y lo particular y le permite aplicar enfoques inductivos o deductivos a su proceso de aprendizaje. Así, el concepto de Nivel no sólo agrega la posibilidad de trabajar con nuevas

herramientas que faciliten el aprendizaje, sino que aumenta también el espectro de dinamismo presente en el modelo. Estos son, entonces, los Niveles Modulares producto de la aplicación de las *Herramientas Interactivas Básicas del Aprendizaje*:

- **DIMENSIÓN “EXPLICACIÓN”**: Todos los casos generales de bloques de conocimiento que se han descrito hasta el momento pueden ser entendidos como *Explicaciones*. Cada uno de estos nodos se conformará, entonces, de un proceso mediante el cual se intenta hacer conocer a un estudiante el conocimiento ingresado por el profesor en términos universales, sin entrar en el mundo de lo particular.

La interacción que el estudiante tiene con el Libro Dinámico a través de un bloque de *Explicación* radica en la selección de cada uno de los caminos de aprendizaje que seguirá junto con los criterios básicos para la presentación de la información. Durante una *Explicación*, el estudiante se encuentra principalmente recibiendo información general de algún segmento particular del conocimiento del curso por lo que no se requiere de un nivel mayor de interacción.

Las variaciones presentes en este nivel serán, así, espejo de un dinamismo que se centra más en la forma que en el fondo, más en la herramienta que en el tipo mismo del conocimiento o en el proceso de aprendizaje.

- **DIMENSIÓN “EJEMPLO/ EJERCICIO”:** Los *Ejemplos* son, para efecto del desarrollo de un libro dinámico, casos particulares de un conocimiento explicado en un módulo del tipo *Explicación*. Sin embargo, mientras que los *Ejemplos* representan un caso específico de una *Explicación*, los *Ejercicios* son entendidos como herramientas de aprendizaje donde se pide al estudiante desarrollar por su cuenta un caso concreto del conocimiento que acaba de recibir. En ambos casos, se trata de versiones muy puntuales (limitadas por ciertas cotas dependientes del concepto mismo) de la *Explicación* a la que se encuentran unidas.

La diferencia entre ambas radica, entonces, en que mientras que los *Ejemplos* son explícitos y se encuentran completamente expuestos sin presentar secciones en las que el estudiante deba interactuar¹⁰, los *Ejercicios* requieren de un mayor nivel de comunicación con el estudiante, siendo *Ejemplos* que no se encuentran completamente explicados en la *Descripción* mostrada al lector; dado que en esta sección se han ocultado algunos pasos intermedios del *Proceso de Aprendizaje*, quedan algunas partes que se dejan como secciones a ser desarrolladas por el estudiante mismo. La cantidad y selección de estos

¹⁰ Por interacción se entiende aquí un proceso conciente por parte del estudiante para resolver incógnitas sobre el tema estudiado. Los ejemplos pueden requerir de un tipo más general de interacción en que se realiza la selección del nivel de profundidad de los temas y, tal vez, el ingreso de los datos específicos de entrada para el bloque.

pasos por mostrar o por esconder será, entonces, el factor que defina el nivel de dificultad del *Ejercicio*.

Cada *Ejercicio* debe tener al menos una solución correcta, completa y explícita, de forma que exista un parangón contra el que se pueda corregir la solución dada por el estudiante, creando así la opción de tener exámenes como los descritos en *Conclusiones* y, más importante aún, permitiendo la verificación del nivel de comprensión obtenido por el lector.

Es importante notar que la relación entre los niveles del modelo permite que una *Explicación* puede tener muchos (o ningún) *Ejemplos/ Ejercicios* a la vez que cada uno de estos puede aplicarse a más de una *Explicación*; así se estarán creando nuevos caminos entre diferentes *Explicaciones*. En resumen, los diferentes niveles estarán conformados por una *Explicación* base (el modelo explicativo del que se ha hablado) y tantos *Ejemplos* y *Ejercicios* como se desee, teniendo en cuenta que estos últimos dos son intercambiables entre sí, para lo que basta con que la *Descripción* oculte algunos sub-bloques del *PIA*. A pesar de que se relacionan directamente con las *Explicaciones* de las que surgen, cada *Ejemplo/ Ejercicio* puede ser conectado a más de un módulo y así, dependiendo del contexto en que se utilicen, puede aportar especificidad a diferentes nodos generales.

Finalmente, vale la pena mencionar que en el caso de *Ejemplos* y *Ejercicios*, y sentando la idea de la relación de simetría entre diferentes niveles del mismo

conocimiento, se puede encontrar que, en la mayoría de los casos, los *Prerrequisitos* serán compartidos con aquellos del modelo principal y la *Motivación* será el especificar algún concepto general clave que resulta necesario para continuar con el proceso de aprendizaje. Entre tanto, la *Descripción* estará centrada en el enunciado del problema dado, incluyendo restricciones que deben aplicar a él, las *Conclusiones* serán la terminación del problema con su posible calificación, y, finalmente, el *Proceso Interno* será el desarrollo del *Ejemplo* o *Ejercicio* dado por el profesor.

3.5 USOS ALTERNOS DEL MODELO

Finalmente y para cerrar el capítulo, se presentan algunas aplicaciones que se pueden dar al Modelo Estructural desarrollado para la presente tesis, servicios adicionales al de la creación de un Libro Dinámico. Estos usos alternos pueden resultar buenas herramientas relacionadas, sobre todo si se tiene en cuenta que el modelo se ha desarrollado como una herramienta de representación genérica para almacenar y compartir conocimientos entre personas, una meta que puede ser utilizada en diferentes campos.

- **Libro Dinámico:** La herramienta explicada hasta el momento, un libro dinámico de corte “clásico” comenzará con la descripción del bloque mas general y desde ahí mostrará los posibles sub-bloques (capítulos) por los que

se puede avanzar en el aprendizaje. En teoría, el proceso continuaría así hasta terminar cada capítulo pero, dada la naturaleza dinámica del modelo, es muy factible que se realicen 'saltos' entre capítulos al avanzar por los temas que el lector elija; por ello, se haría necesario algún tipo de control o, al menos, de identificación y manejo de caminos abiertos y de bloques ya recorridos.

- **Ejemplos:** El modelo estructural soporta saltos entre explicaciones, ejemplos y ejercicios; por ello, se podría hablar de un Libro de Ejercicios (o de Ejemplos) para que el estudiante desarrolle como un proceso alterno de aprendizaje. En este caso:
 - Los ejemplos irían aumentando de nivel y el manejo de dificultad se manejaría dinámicamente.
 - Debe existir algún criterio de concatenación para llevar a cabo un recorrido lógico y estructurado a través de los diferentes problemas.
 - Es importante recordar que ejemplos y ejercicios son intercambiables por lo que algunos puntos intermedios del proceso se podrían mostrar completamente resueltos, como ejemplo de resolución de los ejercicios que le sigan.
 - Continúa existiendo el concepto de Nivel o Dimensión por lo que, ante la duda o solicitud de aclaración, el estudiante puede pasar a una Descripción, un bloque *Explicación* del tema específico cuyo contenido no haya quedado claro.

- **Tutorial:** La razón de ser del tutorial se basa en la motivación de objetivos hacia el estudiante; por eso, se le presenta con la afirmación “Usted quiere aprender el tema A.... sin embargo, para lograrlo, es necesario que sepa B y C...”. En el tutorial, entonces,
 - Cada sub-bloque sería una etapa intermedia ya cumplida.
 - El nivel de detalle se manejará por medio de la cantidad de recursiones (es decir, de posibles profundizaciones) que presente el modelo; esta cantidad será la que determine qué tan detallada será la explicación que el estudiante obtenga.
 - Los caminos paralelos serían formas diferentes de obtener el resultado deseado, es decir, de aprender el concepto o lograr la meta específica.

- **Diccionario o Inventario:** En el caso de un diccionario, cada “palabra” explicada sería un bloque único. De esta forma, cada uno de los sub-bloques correspondientes sería otra palabra, necesaria para comprender la definición actual. Adicionalmente, las conexiones presentes en el *PIA* representarían el orden o la relevancia de cada palabra en la explicación. Esta implementación del modelo resulta ser una aplicación muy sencilla que podría resultar en el primer Diccionario Dinámico.

Alternativamente, el modelo se podría utilizar como una forma de estructurar inventarios. En este caso muy probablemente las conexiones entre bloques diferentes sean mínimas y la estructura principal para manejo del conocimiento sea más una “Isla” que una cadena.

- **Juegos de manejo de Conclusiones y Prerrequisitos:** Contrario al modelo orientado por objetivos, el proceso de avance y desarrollo en esta implantación se basa más en la búsqueda del “siguiente paso”, de lo nuevo que se puede aprender tras lograr un nuevo conjunto de conocimientos; es un “¿Qué más puedo aprender en este camino?”

Esta metodología podría tener una aplicación en juegos de problemas al intentar re-descubrir los conocimientos tal como lo hicieron los grandes genios de la historia. “¡Imite a Newton! Sabiendo estos temas (...), vaya develando las leyes de la gravedad...” la idea de una aplicación de aprendizaje lúdico resulta de gran atractivo para muchas personas, por lo que este caso podría tener gran acogida.

Estos son tan sólo algunos de los posibles “usos alternos” del modelo estructural de conocimiento. Existirán, sin lugar a dudas, muchos otros dependiendo de las necesidades que se tengan en cada momento. Es importante notar, sin embargo, que a pesar de que todos se formarán alrededor de las mismas bases, existirán inevitablemente diferencias que requerirán alteraciones de fondo al modelo para cubrir los requerimientos específicos de la nueva herramienta. Por dar un ejemplo, los movimientos entre bloques en cada uno de estos modelos serán diferentes así como la sección e información que se muestre al estudiante (o al menos, la forma en que se muestre) debe ser diferente. Cada uno de estos usos es un nuevo universo que se abre, pero, como tal, cada uno requerirá de normas y características específicas que le permitan funcionar correctamente.

4. IMPLANTACIÓN SUGERIDA

El modelo descrito en el capítulo anterior requiere, desde luego, de una forma específica de implantación. Por ello, y a pesar de que a lo largo de su desarrollo se dio un énfasis especial a que su aplicación fuese genérica de forma tal que pudiese ser desarrollada bajo multitud de plataformas sin estar ligada a tecnología alguna, en algún punto se hace necesario llevar las ideas a la práctica y se debe seleccionar una forma de crear una aplicación física del modelo general donde se puedan realizar no sólo las pruebas correspondientes sino incluso la implantación final.

La aplicación física y programable del modelo debe tener en cuenta todos y cada uno de los factores relevantes que se han expuesto anteriormente y, específicamente, debe dar el mayor soporte posible a una situación que se encontrará en el momento de desarrollar el Libro como tal: dado que el conocimiento no es estático, el libro debe permitir una actualización y modificación (o en el menos intrusivo de los casos, el ingreso de notas) por parte del lector. Acotaciones, actualizaciones, complementaciones y anotaciones deben ser soportadas por la implementación del Modelo Estructural.

Por ello, y dado que es relevante que cualquier implantación no sólo permita sino incluso facilite la actualización y mantenimiento, tanto de su sistema interno específico como de sus contenidos, esta sencillez fue uno de los puntos de mayor peso al decidirse por una implementación. El compromiso se logró finalmente al modularizar el conocimiento en diferentes bloques lo que permite que el ingreso de un nuevo tema, la eliminación de otro considerado obsoleto o la actualización de cualquier nodo sean procesos que se lleven a cabo sin afectar más que las relaciones que se tienen hacia el bloque específico. Así, para cualquier nodo incluido en el sistema de conocimiento, todos los otros son conocidos tan sólo en cuanto a sus relaciones y características externas y la forma en que ellos enseñan cada concepto le es completamente indiferente al resto del conjunto. Se trabaja así con el principio de encapsulamiento, heredando una de las características principales de la programación por objetos para dar mayor estabilidad y mantenibilidad al sistema de conocimiento.

4.1 ESTRUCTURACIÓN GLOBAL DEL MODELO

Una vez se ha tomado esta primera decisión y se selecciona el conjunto de modelos implementados bajo los paradigmas de Programación Orientada por Objetos se pasa a una segunda etapa de organización: ¿cómo deben relacionarse los bloques entre sí? Las posibles soluciones se resumen en dos grupos principales de modelos: un primero en el que se tiene una jerarquía de nodos

marcada y claramente diferenciada con diferentes niveles y tipos de bloque frente a un segundo (denominado “Pool de bloques”) en el que cada nodo puede relacionarse con cualquier otro puesto que todos se encuentran al mismo nivel y sus conexiones dependen únicamente de la definición de caminos que mejor sirva al proceso de aprendizaje, no al bloque en sí.

El primer conjunto de modelos tiene la ventaja de resultar más sencillo de trabajar y manipular pues, por su naturaleza misma, se asegura que cada uno de los conceptos a explicar esté completa y explícitamente expresado a partir de un número dado de sub-bloques que no cambiará con el tiempo. Todo proceso de aprendizaje que pueda llevar a cabo un estudiante estará diseñado a priori lo que asegurará que cada concepto que se empieza a estudiar sea finalizado satisfactoriamente. Es un modelaje que da prioridad al Orden sobre la Libertad.

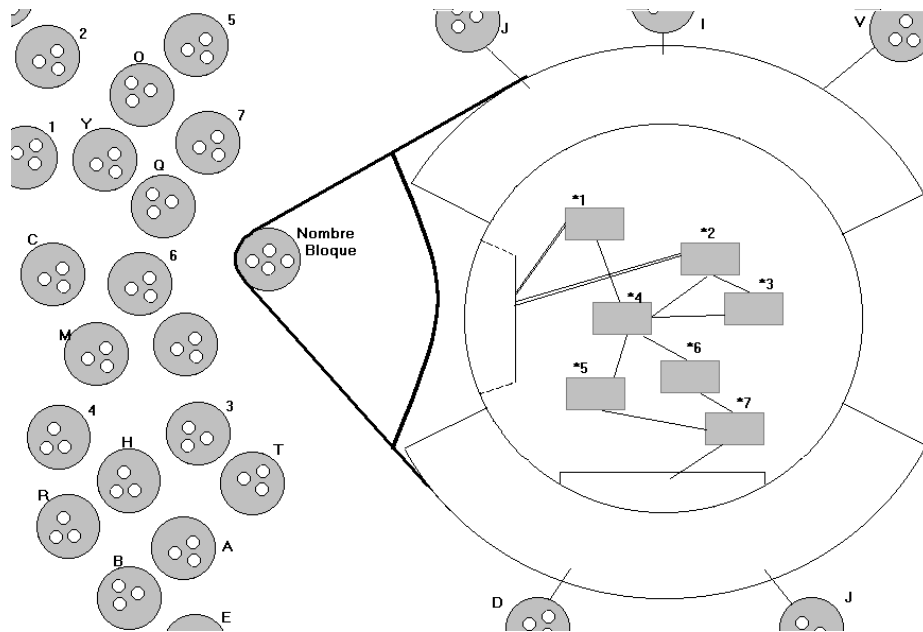
Este grupo de modelos, sin embargo, resulta poco maleable puesto que debe codificarse explícitamente y cualquier cambio realizado posteriormente tendrá consecuencias en el súper y sub-grupo de *Procesos Internos de Aprendizaje* aparte de requerir de verificaciones de conexión en los nodos del mismo nivel que se encuentren relacionados con él. Estas características hacen de la estructura jerárquica un modelo de poca variabilidad y de muy difícil manutención

Adicionalmente, la jerarquización permite una menor variabilidad de caminos y saltos entre dimensiones puesto que, al crear estratificaciones entre nodos, supone una diferenciación explícita entre conceptos padre e hijo. Esta

diferenciación puede convertirse en una camisa de fuerza ya que, por ejemplo, impide que un mismo bloque (descripción o ejemplo/ ejercicio) sea utilizado en más de un contexto; en caso de que una misma idea fuese requerida para entender conceptos diferentes, el mismo conocimiento debería ser ingresado dos veces, duplicando innecesariamente la información contenida en el modelo y dificultando su posterior mantenimiento.

Dada la naturaleza de estas constricciones, el proceso de prueba realizado paralelamente al desarrollo de esta investigación (Ver Apéndice 2) se basó en el segundo grupo de modelos y favoreció la implementación de "Pool". En esta implantación, todos los bloques se encuentran al mismo nivel y pueden ser utilizados en cualquier contexto sin necesidad de duplicación. Dado que no se encuentran físicamente dentro de ningún *Proceso Interno de Aprendizaje*, los nodos son referenciados desde cualquier otro nodo desde el que pueden utilizarse, completos con todas sus sub-secciones y referencias internas a otros nodos.

La libertad que se obtiene a partir de la utilización de este modelo es, entonces, mayor a la del modelo explícito y la cantidad de información duplicada se reduce a un mínimo a costa, eso si, de una pérdida de simplicidad. Así, el Modelo Estructural sugerido e implementado con motivo de la realización de pruebas tiene un formato que puede ser representado gráficamente de la siguiente forma:



Gráfica 4 - Implementación de "Pool"

Como se ha mencionado anteriormente, la implantación utilizada se presta mucho para un desarrollo a través del enfoque de Programación Orientada por Objetos dado que su modularidad hace de él un sistema compuesto de nodos básicos (como los presentados en la Gráfica 2), donde cada uno intenta llevar al estudiante a lo largo del aprendizaje de un sub-tema concreto del curso.

Cada bloque estará compuesto de las diferentes secciones que ya se han discutido y en especial, su *Proceso Interno de Aprendizaje* estará compuesto de **apuntadores**¹¹ a los módulos de conocimiento (otros bloques) que conforman el conjunto estructurado de pasos a seguir para aprehender el conocimiento actual;

¹¹ Por "apuntador" se entiende aquí un "señalador" que hace posible referenciar un bloque sin necesidad de ingresarlo explícitamente en cada uno de los *PIA* de los superbloques en los que se utilice.

con esta implantación por medio de apuntadores, un mismo módulo (un objeto) podría ser utilizado bajo diferentes contextos para enseñar al estudiante diferentes conceptos con la posibilidad de reutilizar las herramientas que mejor se acoplen a cada proceso. Esta estructura modular, junto con las descripciones específicas de las conexiones que existan entre bloques del *PIA* (mostradas en la sección *Descripción*) permitirá que el estudiante realice el proceso de aprendizaje a su propio ritmo, basado en sus elecciones y no necesariamente en el modelo original ingresado por el creador del Libro.

4.2 SUGERENCIAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE SECCIONES

Una vez se ha aclarado la estructura seleccionada a nivel macro, entramos ahora en un nivel mayor de detalle por lo que a continuación se dará un conjunto de sugerencias para la implantación específica de las partes constitutivas de cada bloque.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que esta implantación tal como la más general no pretende ser única y por lo tanto debe ser entendida tan sólo como un conjunto de propuestas de las que se pueden tomar las características y secciones que se consideren más apropiadas con miras a obtener un mejor y más eficiente comportamiento y aplicabilidad. Estas elecciones estarán muy ligadas a las decisiones básicas tomadas durante el proceso de desarrollo del Libro

Dinámico y el Editor de Conceptos y estarán marcadas por el caso específico que se esté tratando, enmarcado en las restricciones y posibilidades dadas por la tecnología utilizada.

Esta es, pues, la implantación sugerida:

4.2.1 Prerrequisitos

En principio, los *Prerrequisitos* no requieren de una estructura compleja y pueden diseñarse simplemente como un vector de tamaño variable con posiciones conectadas (por medio de “apuntadores”) a cada uno de los nodos considerados necesarios para el completo desarrollo y entendimiento del bloque actual.

Una buena implementación debería tener en cuenta la posibilidad de llevar a cabo un doble encadenamiento a este nivel, de forma que el movimiento pueda realizarse en las dos direcciones, tanto desde el bloque actual hacia sus prerrequisitos como desde cada prerrequisito hacia sus sucesores lógicos. Sin embargo, dependiendo del modelaje específico, este doble encadenamiento puede ser eliminado si para realizar el camino en dirección de “llegada” al bloque actual puede utilizarse la *Motivación*.

El manejo de prerrequisitos puede trabajarse a diferentes niveles y podría pensarse en incluir dentro del listado de nodos necesarios a los ‘prerrequisitos de

los prerrequisitos'. Dado que estos nodos serán, definitivamente, necesarios para entender el concepto actual, la idea podría tener ventajas durante el proceso de implantación, específicamente en la búsqueda y recorrido en el árbol de conocimientos anteriores. Esta práctica, sin embargo, aumentaría notoriamente el número de nodos apuntados desde cada sección *Prerrequisitos* por lo que, en el caso del prototipo realizado sólo se tomaron en cuenta los nodos prerrequisito de "nivel 1", es decir, los directamente relacionados. El futuro diseñador está en libertad de ampliar este margen según su propio criterio.

En relación con el punto anterior, es importante tener en cuenta que, en caso de tomar en consideración la sugerencia presentada anteriormente de incluir los prerrequisitos de los bloques presentes en el *PIA* como prerrequisitos del nodo actual, el número de bloques prerrequisito aumentará exponencialmente, por lo que debe llevarse a cabo una implantación que tenga capacidad de manejar una gran cantidad de nodos, especialmente si los prerrequisitos que se toman para cada bloque son de mayor "nivel" de los tomados en el prototipo.

En contraposición con este alto número de posiciones requeridas, nótese que existe un caso excepcional en el nodo principal (el bloque básico primordial que intenta enseñar el curso completo) donde muy probablemente no se tenga bloque prerrequisito alguno o, en todo caso, donde estos se encuentren por fuera del Libro específico (pero dentro de la biblioteca). Por esta razón, al menos, debe darse la opción de que el listado de apuntadores sea nulo o tenga una longitud cero.

4.2.2 Proceso Interno de Aprendizaje

La implantación de este proceso, como se ha descrito, constaría de apuntadores a uno o más bloques constructivos interconectados entre sí por medio de caminos descritos (o al menos señalados) en el campo *Descripción*.

Este proceso puede diseñarse simplemente como un conjunto de relaciones independientes en su implementación, como un conjunto más estructurado con propiedades y características exclusivas (como por ejemplo, una estructura de árbol) o incluso puede no implementarse, teniéndose en cuenta tan sólo como una estructura mental que será descrita en *Descripción*.

Esta última opción, a pesar de que hace más complejo el manejo de la estructura que le describe fue la que se llevó a cabo para el caso del 'Demo' de prueba realizado en conjunto con la presente investigación; sin embargo, se recomienda que, para casos de mayor complejidad y, en especial, para la implantación final del Libro, se haga un análisis sobre las ventajas de estructurar esta sección como un árbol, liberando parte del peso que, de otra forma, recae en el campo *Descripción*.

4.2.3 Conclusiones

En principio, el caso de las *Conclusiones* puede ser implementado como un campo de texto que sería ingresado directamente por el profesor y que incluiría un resumen de los puntos clave del conocimiento recién estudiado. Ampliaciones de mayor interés podrían resultar agregando la posibilidad de incluir, por ejemplo, diagramas, imágenes o programas.

Adicionalmente, y dado que el aspecto recursivo del modelo lo permite, este campo podría alimentarse de las *Conclusiones* de los sub-Bloques por los que el estudiante haya pasado en su estudio del módulo actual, convirtiéndose entonces en un campo dinámico. Para ello, se podría implantar una concatenación no-trivial de las *Conclusiones* de los nodos definidos como “necesarios” en la *Descripción* o llevar una variable en la que se acumulen las conclusiones (o parte de las conclusiones) de los nodos por los que el estudiante haya elegido recorrer el *PIA*.

Opcionalmente, como ya se había comentado, se podría hablar de Ejercicios finales de capítulo, incluidos en esta sección con motivo de evaluar el nivel de comprensión que el estudiante obtuvo del proceso. De desarrollarse esta aplicación, aparte del examen en sí y de posibles herramientas de “calificación” (si es que ésta se va a realizar automáticamente), se debe agregar un conjunto de apuntadores a nodos clave del *Proceso Interno de Aprendizaje* o, en su defecto, a la *Descripción* para dirigir al estudiante a un posible repaso de los temas que ha estudiado y que no fueron satisfactoriamente entendidos. La ventaja de llevar a

cabo este proceso radica en que la evaluación se llevaría a cabo primero para los conceptos más básicos y se iría escalando a través del proceso de complejización de los conceptos estudiados.

4.2.4 Motivación

Por motivos de intercomunicación, la *Motivación* debe tener una implantación muy similar a la de *Prerrequisitos* puesto que se relacionará directamente con ella en casos de bloques sucesivos que representen en el modelo conocimientos pre y postrequisito. Por ello, la recomendación dada en el presente documento es que las motivaciones se diseñen también como un vector de apuntadores, conectado a los *Prerrequisitos* de todos los bloques en que el módulo actual es requerido.

Dado que es también en el campo *Motivación* donde se crea la conexión a los diferentes Niveles (Dimensiones) del modelo¹², se requiere bien de un segundo vector para concatenar las Descripciones a los diferentes Ejemplos y Ejercicios o bien de un identificador incluido como segundo elemento de cada posición del vector original para que señale si la relación que muestra el vector de motivaciones corresponde a un prerrequisito o a una ejemplificación o ejercicio.

¹² Ver 3.4: "Modelaje en Diferentes Niveles (Dimensiones)"

La implantación desarrollada en esta investigación utilizó la segunda opción para, entre otras razones, mantener al mínimo el aumento innecesario del tamaño de cada bloque. Esta implantación resultó muy provechosa y se recomienda su utilización en el futuro; en ella, el vector de conexión con los otros niveles tiene en cada casilla un apuntador al bloque considerado, por ejemplo, un Ejercicio y un carácter identificador 'D' para 'Descripción', 'E' para 'Ejemplo' o 'Ejercicio'. Nótese que se ha evitado una división entre estos últimos dos niveles puesto que, como ya se ha discutido anteriormente, Ejemplos y Ejercicios son intercambiables y, como concepto, se refieren a una misma entidad mostrada de diferentes formas por el Libro Dinámico. Adicionalmente, se podría pensar en incluir un segundo carácter en cada posición que represente el nivel de dificultad relativa del bloque para el caso de las Descripciones y, especialmente, de los Ejemplos. Los Ejercicios podrían obtener este nivel de dificultad basándose, además, en la cantidad o relevancia de los sub-bloques ocultos.

4.2.5 Descripción

La Descripción, última sección del modelo, podrá ser implementada como un texto con referencias a los sub-modelos del *Proceso Interno de Aprendizaje* que se pueda ampliar o disminuir dependiendo de los temas que se estén estudiando. Esta comprensión/ extensión de los textos presentados al lector se realiza con el objetivo de representar los diferentes niveles de profundidad que él desee observar; en este sentido, un tipo de implantación similar al Hipertexto podría

resultar útil, permitiendo profundizar en los temas mostrando cierta información presente en algún otro lugar, por ejemplo, en la descripción de otro bloque.

Dado que, en la mayoría de los casos, será en esta sección que resida el texto que el estudiante leerá, la Descripción de los caminos tomados o por tomar se debe modificar dependiendo de las selecciones del usuario. Por esta razón debe también incluirse aquí una variable que constituya el Modo Actual de Representación de los temas.

Algunas posibles versiones de este Modo de Representación a tener en cuenta son:

- **Modo Explicación:** En esta elección, el estudiante decide que los temas le sean presentados de una forma principalmente teórica y deductiva. Para efectos del modelo, debe tenerse en cuenta que los sub-temas deben mostrarse con un orden Causa → Efecto, es decir, de Prerrequisito a Postrequisito, desde el punto de Inicio hasta Conclusiones.
- **Modo Ejemplos:** Como una segunda posibilidad de selección por parte del usuario, el modo por Ejemplos resulta ser un enfoque de estudio más práctico e inductivo. De cierta forma, un lector que elija entender primero casos específicos para luego pasar a la teoría podrá moverse entre los diferentes niveles del modelo de “arriba hacia abajo” a la vez que, en muchos casos, preferirá que se le muestre la utilidad de cada concepto antes de entrar a estudiarlo. En este caso, resulta natural pensar en un

enfoque de Efecto → Causa en el que, dependiendo de la factibilidad de realizar dicho estudio, se comenzará por la Motivación de cada nodo para pasar posteriormente al *PIA*. Dentro de esta sección habrá de evaluarse si el procedimiento se debe realizar “hacia atrás”, es decir, desde el último hasta el primer bloque. Este camino, aún cuando es soportado por el modelo, no necesariamente será la mejor opción y se recomienda analizar con profundidad el caso específico antes de implementarlo.

- **Modo Problemas:** En una tercera posibilidad, el Modo por Problemas representa una metodología de estudio que debe soportar el libro y que resulta una forma de deducción mucho más centrada en el lector. En ella, por medio de ejercicios y preguntas el lector interactúa directamente con el conocimiento. Este modo requiere de implantaciones de nodos de mayor interactividad que el simple texto y sólo se incluye en el presente documento por razones de completitud pues sus características no han sido implementadas aún.

Adicional al detalle de los bloques internos, el texto mostrado en Descripción debe contener una relación de los caminos entre nodos internos que se consideren principales o relevantes. En este sentido, tal vez resulte útil para mantener un nivel de simplicidad y no confundir al lector el dejar de reseñar algunos de los nodos, específicamente aquellos que sean aclaraciones o profundizaciones y no aporten un verdadero segmento de conocimiento al proceso.

Finalmente, la *Descripción* debe incluir el conjunto de las opciones de comienzo del proceso (Puntos de Inicio) para iniciar los desplazamientos del estudiante por el modelo. Este listado puede ser implementado de forma muy sencilla por medio de un vector de apuntadores similar a la implantación de Motivación y Prerrequisitos, con un posible segundo campo por nodo para identificar la prioridad del camino o los casos en los que se debería utilizar. En este punto, sin embargo, no se entrará en detalle puesto que depende de la implementación específica.

En definitiva, las diferentes sub-secciones que deben incluirse en la *Descripción* de cada nodo son:

1. Identificador del modo actual de representación
2. Descripción general del Bloque (Texto entrado por el instructor)
3. Descriptores de Nodos Internos y su relevancia para el bloque actual
4. Descriptores de Caminos Principales entre Nodos Internos
5. Listado de Puntos de Inicio (Entrada) al *PIA*.
6. Listado de Puntos de Salida del *PIA* hacia *Conclusiones* (Opcional)
7. Listado de Puntos y caminos opcionales

4.3 CRITERIOS DE CONCATENACIÓN

A pesar de que no hemos entrado en detalle en la forma en que se debe llevar a cabo la concatenación de textos en el Libro Dinámico, es importante notar que

este será un punto crítico durante el proceso final de implementación de la herramienta, puesto que deberá realizarse en diferentes lugares y niveles; entre estos niveles que requerirán de concatenación, figuran específicamente las secciones *Conclusiones* y *Descripción* y, en general, cualquier otro campo en el que se desee hacer uso de la recursividad característica del modelo para incluir información de otros nodos (generalmente bloques internos del *Proceso Interno de Aprendizaje*) en el proceso de estudio que se esté tratando en el momento.

Por esta razón, se adjuntan a continuación algunos criterios relevantes que deben tenerse en cuenta en el proceso de desarrollo de dicha concatenación. Tal como se ha realizado salvedad anteriormente, estos puntos no buscan ser más que parámetros opcionales, guías colaborativas y, como tales, su verdadera utilidad radicarán más en señalar e iluminar posibles caminos que en señalar recorridos específicos a seguir.

- En el nivel más básico de concatenación, debe tenerse en cuenta que el orden en que se mostrará la información (y, por ende, en el que debe realizarse la unión) debe ser acorde con las diferentes distancias que, a el punto de inicio seleccionado por el usuario, presente cada uno de los bloques concatenados. Si la concatenación sigue un orden lógico de presentación de datos de principio a fin, no sólo se obtendrá una mayor legibilidad del texto sino que, además, se asegurará que no existan problemas de estructuración con respecto al manejo de pre y post requisitos.

- Un segundo punto a tener en cuenta es el manejo de las prioridades predefinidas. En algunas implementaciones específicas se habrá generado una estructura jerárquica en la que cada nodo tiene asociada una prioridad o “nivel de importancia”. Si una de estas implementaciones es el caso, debe asegurarse que el escalonamiento presente desde el nivel mínimo de complejidad de cada explicación (o concatenación) hasta el de mayor profundidad, teniendo en cuenta estas prioridades y sin confundir diferentes niveles de relevancia en diferentes niveles de concatenación. En principio, los nodos de mayor prioridad deben incluirse en las conformaciones más básicas mientras que los bloques con menor prioridad serán mostrados sólo en caso de que el lector decida ver los temas con mayor profundidad, haciendo que la concatenación incluya un número mayor de nodos.
- Toda concatenación que se realice en el Libro Dinámico o el Editor de conceptos debe tener como parámetro principal el colaborar a dinamizar los textos. Bajo ninguna circunstancia debe convertirse en un principio que convierta el proceso en uno más estático.
- El proceso de concatenación debe ser lo más general posible y, por ende, debe ser independiente del lugar donde se utilice. Mientras que su uso más común se encontrará, probablemente, generando Descripciones o Conclusiones de mayor o menor profundidad sobre los explicados, el proceso se utilizará también, por ejemplo, para generar listados congruentes de Ejemplos o Ejercicios que coincidan con los criterios de selección del usuario o, incluso, en utilizar parte de una sub-sección

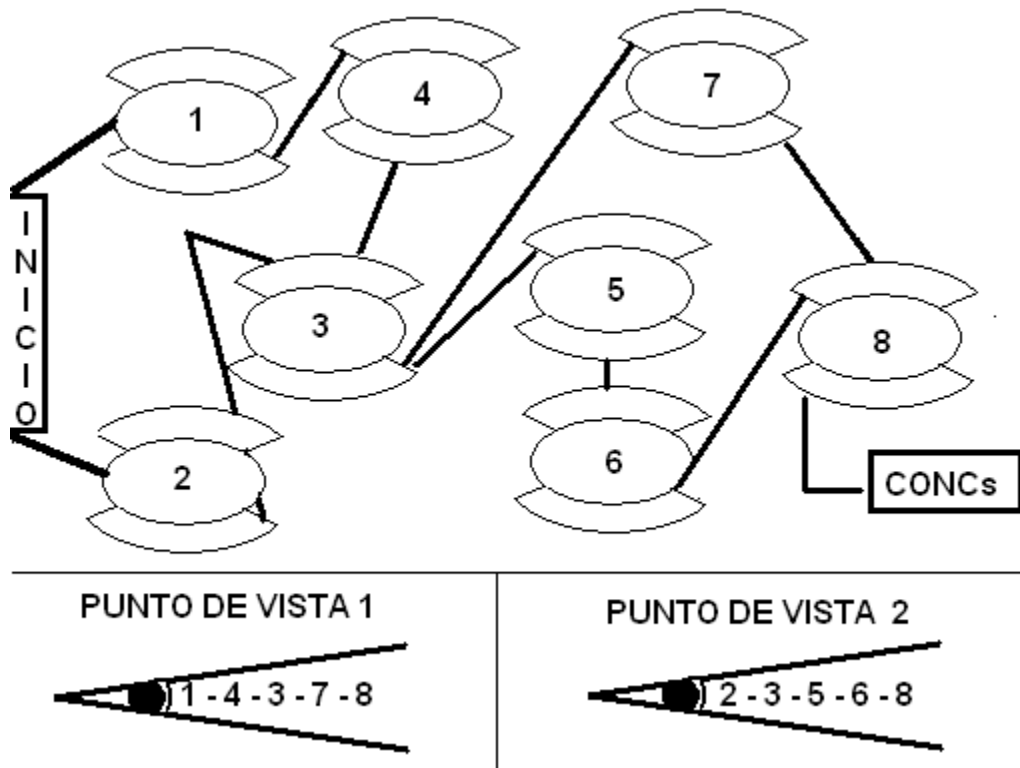
relevante de estas dimensiones en la Descripción o Conclusiones de una Explicación. En estos casos, la concatenación deberá ser realizada sobre Estructuras de datos muy diferentes lo que lleva a la necesidad de identificar una metodología genérica con implementaciones específicas dependientes de cada caso.

- Finalmente, es también importante el definir la forma en que se mantendrá la congruencia de las concatenaciones a lo largo del estudio de un libro dinámico. En general, cada vez que un lector retome un tema debe hacerse lo posible por continuar mostrando los textos con las mismas características de profundidad, forma y elección de sub-temas que él eligió para las lecturas anteriores. A pesar de ello, debe mantenerse siempre la posibilidad de que el lector decida cambiar sus preferencias en cualquier momento y con la mayor naturalidad posible. Este cambio puede ser implementado, por ejemplo, por medio de un icono de botón siempre presente que permita realizar las selecciones de modo de estudio, profundidad y ordenamiento de temas sin interferir con el aprendizaje de éstos. Nótese, sin embargo, que estos cambios no necesariamente serán transparentes para el lector ya que, por ejemplo, pueden implicar un cambio notorio en la Introducción de temas de la Descripción que el estudiante esté leyendo.

4.4 MANEJO DE DIFERENTES ‘PUNTOS DE VISTA’

Con respecto a este último punto, se hace relevante el enfatizar que la estructura final que se utilizará para el estudio de un tema dependerá completamente de las selecciones del estudiante e implicará cambios explícitos, específicamente en los bloques del *PIA* utilizados con este fin. En la gráfica 5 presentada en la página siguiente se muestra este enfoque.

Para comprender mejor esta idea, una buena aproximación se logrará al introducir el concepto de “Punto de Vista” presente en la investigación en Redes Semánticas de Kuwata y Yatsu (1997). Esta idea permite pensar en el modelo como un conjunto de caminos diferenciados que admiten al estudiante elegir la forma en que desea llevar a cabo el proceso de aprendizaje, trabajando sólo sobre la forma actual de representación del objeto de estudio, es decir, del conjunto de nodos y de las interacciones relevantes entre ellos.



Gráfica 5 – Diferentes enfoques para el mismo concepto

La implementación debe, entonces, dar soporte a cada uno de los posibles caminos completos entre Inicio y Conclusiones y debe asegurar que el lector tenga la posibilidad de realizar el recorrido como lo prefiera, realizando los cambios que desee en el punto que lo requiera.

Finalmente, es relevante recordar que es el objetivo del presente modelo el llegar a representar casi cualquier tipo de conocimiento que se desee enseñar a través de un libro dinámico. Por ello, y a pesar de que se encuentra dirigido especialmente a textos, se debe permitir la selección de imágenes, sonidos,

multimedia e incluso, pequeños programas de computador¹³ o cualquier otro tipo de representación de conocimiento que pueda colaborar al proceso de aprendizaje de personas Visuales, Auditivas o Kinestésicas que deseen aplicar modelos de aprendizaje *Empíricos* (Ejemplos que llevan a generalizaciones), *Analíticos* (Explicaciones apoyadas por ejemplos) o *Enfocados por Problemas* (Ejercicios de los que se deduce la generalidad).

Ante todo, valga recordar que se busca que la implementación final del Libro Dinámico le convierta en una interfaz amigable y completamente personalizable para un estudiante que desee interactuar y aprender el conocimiento de un profesor (de un curso). Este conocimiento se entiende, en general, como un “Cuerpo organizado de estructuras mentales y procedimientos¹⁴” que puede ser transferido entre dos personas a través de una herramienta interactiva, tanto reactiva como proactiva dependiendo de los requerimientos del momento de aprendizaje específico.

¹³ Estos programas serían, por ejemplo, una forma de alterar los Ejemplos y Ejercicios para que el estudiante pueda interactuar con ellos, cambiando los datos de entrada, modificando gráficas, etc.

¹⁴ Poggioli, “Serie **Enseñando a aprender** – Estrategias Cognoscitivas: una perspectiva teórica”.

5. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Finalmente y para dar por terminado el presente documento se incluyen a continuación algunas conclusiones y sugerencias producto del proceso de investigación llevado a cabo a través de un año de exploración en teorías y prácticas relevantes a la realización de un Libro Dinámico junto con las experiencias obtenidas a partir del desarrollo del prototipo cuya estructura puede ser observada en el apéndice 2 de la presente Tesis de grado.

Dada la motivación de este trabajo, las conclusiones y sugerencias se encuentran estructuradas de acuerdo a la herramienta para la que presentan mayor relevancia, **Modelo Estructural**, **Editor de Conceptos** o **Libro Dinámico**. Esta estructuración, sin embargo, no implica una separación real de temas de forma que, por ejemplo, una sugerencia para el Modelo puede resultar relevante también para el Libro, para el Editor o para ambos. Las divisiones deben ser entendidas sólo como una forma de ordenamiento, de priorizar cada una de las conclusiones, no como divisiones estructurales.

5.1 MODELO ESTRUCTURAL

Valga comenzar estas conclusiones con la deducción más relevante de todo el proyecto: ***El modelo nunca debe trabajar para sí mismo.*** Durante el ingreso de conceptos y conocimientos es muy fácil caer en la trampa de buscar que sean éstos los que se acoplen al ideal de bloque y no éste a aquellos, especialmente cuando la persona que ingresa los datos conoce la estructuración interna. Sin embargo, este método de trabajo termina pervirtiendo el propósito central del modelo que es el representar conocimiento, por cuanto centra la mente del instructor en la forma, dejando de lado el fondo, los conceptos que se estudiarán posteriormente. Debe priorizarse y tenerse muy en claro lo que representa y lo que es el conocimiento que desea enseñarse; con este fin se recomienda la realización de cuadros conceptuales de las ideas a explicar, incluyendo sus contextos y los conceptos que subyacen a cada una de las nociones centrales, antes de ingresarlas en el sistema y hacer uso del Modelo aquí presentado.

Un segundo punto relevante con respecto al Modelo Estructural es la forma como se mantendrá el conocimiento en él ingresado. En general, a medida que el estudio de las ciencias avanza, algunos conceptos se hacen obsoletos mientras que muchos otros son alterados en parte o por completo. El enfoque tradicional hacia esta situación (dadas las limitaciones de los medios) ha sido el generar un nuevo libro corregido e identificarlo con un número de versión más alto dejando, sin embargo, las versiones anteriores en el mercado; este enfoque podría ahora

cambiarse por uno mejor, uno en el cual el Libro Dinámico se renueve a medida que sus contenidos cambien.

Esta evolución, sin embargo, implica un nuevo rango de problemas, principalmente en el campo de la selección y búsqueda de conocimientos pero también en la revisión de las implicaciones que cada alteración tiene en los contextos del resto de los nodos. ¿Cómo se revisa que un conocimiento ya no es real, es obsoleto o innecesario? y, de la misma forma, ¿Cómo identificar el bloque específico en el que está el “error” y como actualizar los demás nodos que de una u otra forma se conectan a él? Estas preguntas deben resolverse satisfactoriamente a nivel de la implantación del modelo; ellas, sin embargo, encontrarán todo el soporte en la definición presentada en el presente documento.

Además de estos puntos, la implantación del modelo debe también realizarse cuidadosamente en cuanto a las dimensiones se refiere. Dado que el modelo no limita en este aspecto, se tiene la posibilidad de que los *Ejemplos* sean un reflejo exacto de las *Descripciones* o que sean tan sólo un sub-conjunto de éstas. En principio, ambas soluciones son correctas por lo que el modelo debe mantenerse flexible en este punto; sin embargo, al tratarse de una cuestión de completitud Vs. necesidad, es muy probable que la implementación deba decidirse por alguno de los dos extremos o por buscar un punto intermedio sacrificando un poco de ambos. De cualquier forma, es una decisión que debe tomarse concientemente y, por ello, se hace aquí énfasis en su importancia.

Continuando con el tema de las dimensiones, se hace relevante el tratar una implantación alterna, producto de la investigación de la presente tesis en la cual los ejemplos no estarían unidos a cada Descripción sino al “macro-bloque”, logrando así identificar más directamente el contexto del Ejemplo. Al utilizar esta implantación, no se obtendría una relación uno a uno entre Ejemplos y Descripciones sino que cada ejemplo requeriría de un contexto específico (el macro-bloque) para ser válido. En esta idea, probablemente habría una mayor cantidad de ejemplos puesto que una misma descripción podría relacionarse con Ejemplos muy diferentes que dependieran del contexto en que la Descripción misma está siendo presentada. La ventaja principal se obtendría al unir estos ejemplos, creando nuevos puentes de aprendizaje y caminos no explícitamente ingresados lo que podría devenir en la generación de nuevo conocimiento.

Frente al tema de los ejemplos y ejercicios existe otro punto a tener en cuenta y se basa en la forma en que esconder parte de la descripción o parte del bloque que se muestre al estudiante convierte un ejemplo en un ejercicio. Al permitir que una misma representación personifique dos situaciones diferentes se debe ser muy claro en la definición de los puntos (bloques o partes de descripción) que definirán la distinción, es decir, aquellos que se pueden ocultar. Estos puntos, obviamente, no podrán ser elegidos aleatoriamente por lo que deberán estar explícitamente definidos en el modelo. La sugerencia a este respecto es que sea el profesor mismo quien defina estos campos, puesto que únicamente él conoce verdaderamente cuales son los nodos de los que se puede prescindir sin convertir el problema en intratable. El Editor de Conceptos, sin embargo, deberá estar en

capacidad de dar soporte a este respecto para impedir que su estructura interna se pierda tras alguna selección del profesor.

Adicional a esto, otra mejora del modelo tradicional de Libro que no sólo se permite sino que se promueve, se basa en la idea de que un bloque puede contener mucho más que texto. Imágenes, programas, gráficas, diagramas, modelos y laboratorios, entre otros, son posibles métodos a utilizar para promover un mayor dinamismo del proceso de aprendizaje. La implementación de estos métodos se encuentra fuera del alcance del presente documento pero podría realizarse por medio de otro nivel de bloques, una dimensión extra para algunas de estas técnicas. Al hacerlo así se tendría que, por ejemplo, un laboratorio estaría unido a la explicación de los temas, a sus ejemplos y tal vez a un programa de ayuda para entender el concepto. Una segunda posibilidad sería incluirlo como un bloque no obligatorio del *PIA* por el que el estudiante puede pasar en caso de que le interese utilizar la técnica específica; en este caso, debería asegurarse que el lector esté enterado de su existencia, muy probablemente incluyendo el nodo relevante en la *Descripción* del proceso de conocimiento.

Con respecto a la obligatoriedad de los temas, se debe pensar también en una obligatoriedad de los campos del bloque, es decir, en la verdadera necesidad de hacer que el instructor ingrese formalmente información en cada sección y de que el estudiante pase forzosamente por todas ellas. La sugerencia obtenida a partir de la investigación es que la mejor opción es hacer que todos los campos estén llenos (exigencia hacia el editor) pero que no se haga necesario que el estudiante/

lector reconozca completamente cada bloque, de forma que no se pierda elasticidad en los procesos de aprendizaje. La excepción a la completitud del editor podría ocurrir cuando, por ejemplo, un bloque no tenga pre o postrequisitos (el caso del bloque mayor o de una explicación) o cuando el *PIA* sea vacío, en el caso del nodo más básico, por ejemplo. En cualquier situación, se recomienda limitar lo menos posible las capacidades de las herramientas utilizadas y, de ser necesario, acotar la utilización de ésta dependiendo del caso específico.

5.2 EDITOR DE CONCEPTOS

Como un primer punto, valga decir que es muy importante para el Editor de Conceptos el realizar un buen manejo de la 'Redundancia de información': debe trazarse una clara línea de división entre el punto en que es válida y responde a una necesidad de duplicación debida a la posibilidad del estudiante de utilizar diferentes caminos de aprendizaje y el momento en que se torna inútil pues no aportará a ninguno de los procesos que el lector decida tomar.

En un nivel más interno, de no realizarse con cuidado este manejo de la duplicidad, el instructor podría confundir los resúmenes, textos y elementos ingresados en cada uno de los campos del modelo y por ejemplo, en el caso más natural, *Descripción* y *Conclusiones* terminarían siendo similares y redundantes. Por esta razón, debe clarificarse durante el ingreso de conocimiento en el Editor

de Conceptos que cada sección tiene diferentes razones de ser y enfrenta el conocimiento desde diferentes perspectivas, complementándose. Incluso la “Redundancia supuesta” (aquella en que el profesor siente la existencia de duplicidad aún en contra de los deseos del diseñador de la herramienta), hará que se reingrese el mismo conocimiento varias veces para cada concepto lo que redundará en una notoria inconformidad por parte del profesor y en una baja de la calidad general de los temas ingresados.

Con respecto a este punto, es también importante notar que durante el desarrollo del Editor de conceptos, se debe tener en cuenta la forma en que el instructor ingresará sus conocimientos en el modelo. Diferentes profesores tendrán diferentes perspectivas y preferencias sobre cual es la mejor forma de hacerlo y, mientras que algunos pueden elegir hacerlo con una perspectiva de “Adentro hacia fuera”, es decir, comenzando con los conceptos pequeños y ampliando hacia los más generales, otros pueden sentir que la metodología inversa (comenzando desde el bloque general para ir complementando con los otros temas a medida que se requieran) les resulta más cómoda; una tercera opción sería el realizar el trabajar “por niveles”, completando cada uno de los conceptos que se requieren para entender un superbloque antes de entrar a especificar como está constituido el PIA de este concepto. De la misma forma, podrán existir diferentes metodologías para el ingreso de Ejemplos, Ejercicios y Descripciones o para la generación de puntos interactivos.

Por esta razón, y dado que estas elecciones parecen ser menos una búsqueda del método óptimo y más una cuestión de estilo, se debe pensar en que el Editor de conceptos se convierta también en una herramienta dinámica. Para lograrlo, debe permitir realizar el proceso de ingreso de conocimientos desde diferentes perspectivas: **el Editor debe permitir maleabilidad en cuanto a la forma en que el instructor ingrese los temas.** De cierta forma es un refuerzo de la idea presentada antes en cuanto a que no se puede hacer que sea el Instructor quien trabaje para el modelo sino que debe ser la herramienta quien se acople a la persona.

Con este dinamismo en mente y para lograr aprovechar al máximo la herramienta, es importante notar que debe también implementarse algún tipo de ayuda que colabore con el profesor no sólo en la forma de llenar los campos del modelo (probablemente sin hacérselos explícitos) sino también en la estructuración de su propio conocimiento, haciéndole factible, específicamente, la identificación de conceptos y sub-conceptos en su conocimiento. Es proceso no debería resultar complicado puesto que no se aleja mucho de los paradigmas actuales para la creación de libros y podría basarse, por ejemplo, en la sencilla idea de “si el paso a dar es muy grande, debe profundizarse en un sub-bloque”. Esta idea, desde luego, requiere de un mayor trabajo e investigación y sólo intenta ser un punto de partida para el desarrollo de la ayuda.

Finalmente, es importante que el Editor se ocupe también de la forma como se implementará el ingreso de temas. Una primera solución, la pareja “Pregunta–

respuesta” podría ser útil aún cuando deberá profundizarse. Interacciones del tipo “¿Qué se necesitaría para entender este tema?”, “Ingrese algunos ejemplos de este tema” o “¿Por qué considera relevante este conocimiento?” podrían ser una aproximación válida a la satisfacción de la información de cada sección del modelo. Este método, sin embargo, podría resultar siendo demasiado amplio y poco específico, lo que complicaría la posterior actualización y mantenimiento de bloques, así como la interacción de diferentes libros pues no estarían claras las ontologías con que fueron creados. Por esta razón, es crítico el definir estándares que apliquen y acoten el ingreso de información que, de llevarse a cabo a través de preguntas, deberá asegurar que los resultados sean, como mínimo, claros, explícitos y específicos.

5.3 LIBRO DINÁMICO

El libro dinámico, más que ninguna otra de las herramientas descritas en este trabajo, presenta una relación compleja entre flexibilidad y mantenibilidad, entre libertad y orden. Por esta razón, se debe elegir cuidadosamente cual de los dos puntos de la dicotomía favorecer, cual debe ser prioritario en cada uno de los casos en que aparezca la necesidad de elección ya que esta será la decisión de fondo con más implicaciones en la forma definitiva en que el estudiante leerá (y podrá leer) el conocimiento de su profesor.

En esta interacción virtual entre profesor y estudiante, es muy probable que sea la Descripción de cada nodo la sección que se tome como el marco de la carreta que se va a presentar. Esta es la sugerencia dada a partir de la experiencia con la implementación realizada que se hace posible al ir ampliando la información mostrada (generalmente un texto) a medida que se solicite mayor profundidad en cada concepto o sub-bloque.

Sin embargo, no necesariamente será la Descripción el campo con el que interactuará directamente el estudiante. En muchos casos existirán otras posibles soluciones y, específicamente cuando la persona sea “dirigida por metas”, serán muy probablemente las Conclusiones o motivaciones el lugar donde el estudiante comience su travesía. El modelo no hace preferencias a este respecto y, una vez más, será decisión del libro como afrontar esta diversidad de metodologías.

Aparte de la solución por concatenación (presentada en la sección 4.3), esta utilización de una parte del modelo como presentación frente al estudiante podría mostrarse a través de un mapa de contenidos en forma de árbol, lo que permitiría que el lector mismo realizase búsquedas sencillas. También podrían utilizarse hipervínculos con este fin, solución que podría resultar viable para presentar la descripción específica de un concepto. Lo relevante en este campo es intentar restringir lo menos posible las herramientas de la interfaz libro/ lector y hacer uso de cuantas sean necesarias para hacer de la lectura una experiencia de verdadero aprendizaje.

Otra posible herramienta a utilizar es la implantación de búsquedas a través del campo Motivación o Conclusiones de los diferentes bloques incluidos en un Proceso Interno de Aprendizaje, presentando gráficamente los sub-niveles de cada uno; esta herramienta puede resultar muy útil para dar al estudiante una idea global de los contenidos del libro, las pericias que puede llegar a obtener y, especialmente, para visualizar los conocimientos que más le interesen. La implantación podría mostrar un árbol de este tipo:

Tema
|___ **SubTema 1**
 |___ **SubTema 1.1**
|___ **SubTema 2**
 |___ **SubTema 2.1**
 |___ **SubTema 2.2**
|___ **SubTema 3**

En un caso así, el usuario seleccionaría ST 2.1 como el tema que desea revisar y el modelo podría entonces mostrarle el bloque correspondiente, tal vez con una información sobre los prerrequisitos necesarios para lograr entenderlo. Es importante, sin embargo, llevar a cabo un análisis de mayor profundidad acerca de cómo se realizaría este manejo de prerrequisitos, hasta que nivel de anterioridad se llevarían y si se le permitiría al estudiante omitirlos. Una vez más, se trata de una decisión para el Libro Dinámico en sí.

La calificación es otro punto relevante que no se ha tratado en el presente documento debido a la gran complejidad que presenta. A pesar de que no es una parte necesaria del proceso de aprendizaje, para lograrla completamente, es muy probable que se requiera de la participación del profesor aún cuando algunas partes de ella puedan ser llevadas a cabo automáticamente. El libro podría colaborar generando y corrigiendo preguntas de selección múltiple o realizando Parsing de respuestas para preguntas específicas. Pero el proceso puede resultar muy complejo, por lo que otras soluciones más sencillas como el simple envío de respuestas vía e-mail al profesor podrían resultar más viables. En todo caso, es muy probable que para una implementación seria de calificación se haga necesario modificar el Modelo Estructural original ya que, por ahora, lo máximo que se podría lograr sería producto de la comparación de ciertas respuestas con las *Conclusiones*, la utilización de bloques específicos con preguntas de selección múltiple y un campo (no mostrado) que incluya las soluciones o cualquier otra comparación que tenga como punto focal el ingreso específico de información de comparación por parte del profesor.

Finalmente, vale la pena analizar que el concepto de libro se pierde un poco si se tiene en cuenta que, muy probablemente, el Libro Dinámico no incluya unidades demarcadoras típicas como capítulos. Para de cierta forma evitar el sentimiento de extrañeza cuando un lector se enfrente por primera vez a esta herramienta, podría resultar útil el generar algún tipo de estructura paralela basada en aquella que él ya conoce y a la que está acostumbrado cuando lee un libro.

Desde este punto de vista, se hace necesario aclarar las diferentes secciones que puede presentar un libro. En principio, estas secciones serán:

- **Introducción:** De que se trata el libro, para qué se va a estudiar.
- **Índice:** Conjunto de palabras clave, facilitador de acceso y de búsqueda.
- **Capítulos de aprendizaje:** Siguiendo un orden lógico, cada uno tiende a ser un pequeño libro, completo con introducción, párrafos de aprendizaje y sub-conclusiones.
- **Apéndices:** Los apéndices contienen ayudas y complementaciones tales como laboratorios, proyectos, mapas, gráficas, respuestas para algunos ejercicios seleccionados o una bibliografía que permite mayor profundización.

De esta forma, y con respecto al punto anterior, la estructuración paralela a mostrarse podría ser llevada a cabo de la siguiente forma:

Sección Paralela		Sección del Modelo Estructural
• Términos Clave (Índice)	→	<i>Prerrequisitos / Descripción</i>
• Objetivos	→	<i>Objetivos</i>
• Conocimientos Previos/ Repaso	→	<i>Prerrequisitos</i>
• Introducción	→	<i>Descripción</i>
• Orden lógico de capítulos	→	Sub-Temas (en orden predefinido)
• Ejercicios	→	Dimensiones conectadas
• Graficas, modelos,		

- diagramas y fórmulas → Sub-bloques específicos del *PIA*.
- Evaluación → Aún no implementada.
- Conclusiones → *Conclusiones*
- Actualidad / Aplicación real → *Motivación*.

Valga aclarar, de cualquier forma, que esta estructuración alterna no es una imposición sino más bien una idea que puede resultar muy útil bajo ciertos contextos. No se espera que sea la única forma de representación utilizada y, aún si se decide implementar, debería permitirse que el estudiante observe los temas desde la perspectiva más básica presentada anteriormente en este documento.

Como nota final, queda sólo el recordar que las conclusiones y sugerencias arriba mencionadas son el producto de las investigaciones llevadas a cabo en muy diferentes temas, del proceso de desarrollo del Modelo Estructural y de la implementación base que se realizó para centrar los conceptos trabajados en el mundo real. Es apenas natural (y deseable) que cualquier nuevo desarrollo o proceso de investigación complemente o corrija este documento y es éste, de hecho, el más sincero deseo del autor.

No queda más que esperar que los futuros trabajos sobre este tema lleven al **Libro Dinámico** desde el mundo de lo factible al de lo realizado. Ese es, finalmente, el objetivo principal de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H., (1978). "Educational Psychology: A Cognitive View" (2ª Edición), en: Colaboración En La Construcción De Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales, Cañas, Ford et a Consultado en Noviembre de 2002, en: <http://www.coginst.uwf.edu/~acanas/colabcon.pdf>

Balakrishnan, K., & Honavar, V., "Evolutionary and Neural Synthesis of Intelligent Agents", en: Evolutionary Synthesis Of Intelligent Agents. Boston, MA: MIT Press, 2001

Cañas, A. J., Ford, K. M. et al, "Colaboración en la Construcción de Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales". Consultado en Noviembre de 2002, en: <http://www.coginst.uwf.edu/~acanas/colabcon.pdf>

Diccionario General De La Lengua Española VOX, Editorial VOX Online, 2002.

Duffy, T.M. & Cunningham, D.J., "Constructivism: Implications For the Design and Delivery of Instruction", en: Handbook Of Research For Educational Communications and Technology: A Project of The Association For Educational

Communications and Technology (AECT), Jonassen, D.H. (Ed.), New York: Simon & Schuster. Macmillan. 1996, (P.170-198).

Eklund, J. & Woo, R., "A Cognitive Perspective for Designing Multimedia Learning Environments", en: Proceedings of Ascilite98, Corderoy, R. (Ed.), Wollongong, December. The Printery, UOW. P. 181-190. Sydney, Australia. Consultado en Noviembre de 2002, en: <http://www.ascilite.org.au/conferences/wollongong98/asc98-pdf/eklundwoo0065.pdf>

Gruber, T. What Is An Ontology?. Consultado en Noviembre de 2002, en: <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>

Hovy, E. "Automated Discourse Generation Using Discourse Structure Relations", en: Artificial Intelligence, Information Sciences Institute, University Of Southern California, 63: 341-385 (1993). Consultado en: <http://citeseer.nj.nec.com/hovy93automated.html>

Iwanska, L., & Shapiro, S. Natural Language Processing and Knowledge Representation: Language for Knowledge and Knowledge for Language, the AAI/Press MIT Press Book Collection, 2000

Kaur, A. Designing Web Pages for Effective Learning, Department of Educational Pedagogy and Psychology, Faculty of Education, University Of Malaya.

Consultado en Noviembre de 2002, en: <http://mdc.um.edu.my/abtar/pub09.htm>

Knight, K. Automating Knowledge Acquisition for Machine Translation, AI

Magazine 18(4), 1997. Consultado en:

<http://citeseer.nj.nec.com/knight97automating.html>

Komagata, N. Entangled Information Structure: Analysis of Complex Sentence

Structures, Helsinki, 2001. Consultado en:

<http://www.tcnj.edu/~komagata/pub/entangledis.pdf>

Kuwata, Y., & Yatsu, M. Managing Knowledge Using a Semantic-Network,

Laboratorio Para Tecnologías De Información, Kanagawa, Japón, 1997.

Consultado en: <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/aikm97/kuwata/kuwata97a.html>

Lippmann, R. "An Introduction to Computing with Neural Nets" en IEEE ASP

magazine – April 1987, IEEE, P. 4-22.

Mann, B. Introducción a la Teoría de la Estructura Retórica (Rhetorical Structure

Theory: RST), Agosto, 1999. Consultado en:

<http://www.sil.org/~mannb/rst/spintro.htm>

Marcu, D. "Building up Rhetorical Structure Trees", en: The Proceedings of the Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence, Vol. 2, Pages 1069-1074, American Association For Artificial Intelligence. 1996. Consultado en: www.wagsoft.com/papers/ewnlgrsttool.ps

Marcu, D. Rhetorical Parsing Of Natural Language Texts, 1997. Consultado en: <http://citeseer.nj.nec.com/140230.html>

McCann, J. Semantic Networks, 1995. Consultado en: www.duke.edu/~mccann/mwb/15semnet.htm

McMillan, B. Postgraduate Certificate in Educational Technology – Informatics, Department of Computing and Mathematics, Faculty of Informatics, University of Ulster, 1997. Consultado en: <http://ijgj229.infj.ulst.ac.uk/BillsWeb/PGCert/InfoSys/4.knowrep.html>

Muir, D. Adapting Online Education to Different Learning Styles, 2001. Consultado en Noviembre de 2002, en: http://confreg.uoregon.edu/necc2001/program/research_pdf/muir.pdf

Poggioli, L. Estrategias Cognoscitivas: Una Perspectiva Teórica, Serie Enseñando a Aprender. Consultado en Noviembre de 2002, en: <http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio11.htm>

Polany, L., Van Den Berg, M., & Ahn, D. "A Note on the Relationship of Discourse Structure to Information Structure", en: Information Structure, Discourse Structure and Discourse Semantics Workshop Proceedings, Kruijff-Korbayová, I., & Steedman, M., Esslli, 2001. Consultado en: <http://www.coli.uni-sb.de/~korbay/essli01-wsh/proceedings/proc-for-cdrom.pdf>

Rapaport, W. J. Understanding Understanding: Syntactic Semantics and Computational Cognition. Consultado en Noviembre de 2002, en: www.cs.buffalo.edu/pub/www/faculty/rapaport/papers/understanding.ps

Rapaport, W. J. "How to Pass a Turing Test: Syntactic Semantics, Natural-Language Understanding, and First-Person Cognition", en: Special Issue on Alan Turing and Artificial Intelligence, Journal of Logic, Language, and Information 9(4): 467-490., 2000. Consultado en Noviembre de 2002, en: <http://www.cse.buffalo.edu/~rapaport/papers/turing.pdf>

Sagan, C. The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence, Ballantine, 1977, P24-25.

Sanders-Peirce, C. Existencial Graphs. Con Comentarios por Sowa, J. Consultado en: [Wysiwyg://47/http://users.bestweb.net/~sowa/peirce/ms514w.htm](http://users.bestweb.net/~sowa/peirce/ms514w.htm), Abril, 2001.

Shapiro, S., & Rapaport, W. "Models and Minds: Knowledge Representation for Natural-Language Competence", en: Philosophy and Ai: Essays at the Interface, Cummis, R., & Pollock, J., (Eds.), Cambridge, Ma: MIT Press, 1991, Pp. 215-259.

Sowa, J. Principles of Semantic Networks: Explorations in the Representation of Knowledge, Noviembre, 2001. Consultado en: www.jfsowa.com/pubs/semnet.htm

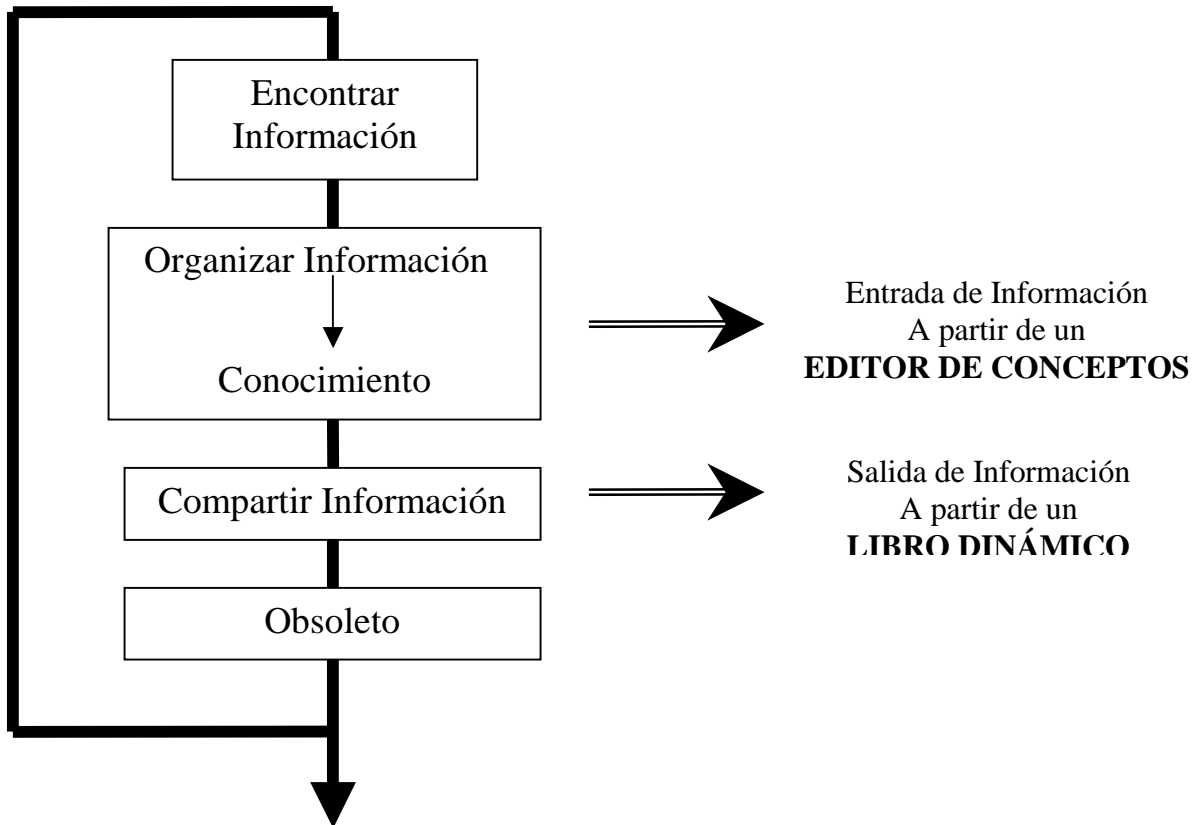
ANEXOS

Apéndice 1:

Ciclo Vital de la Información

Figura 1: El ciclo vital de la Información, según *Yoshitaka Kuwata* y *Masashi Yatsu*

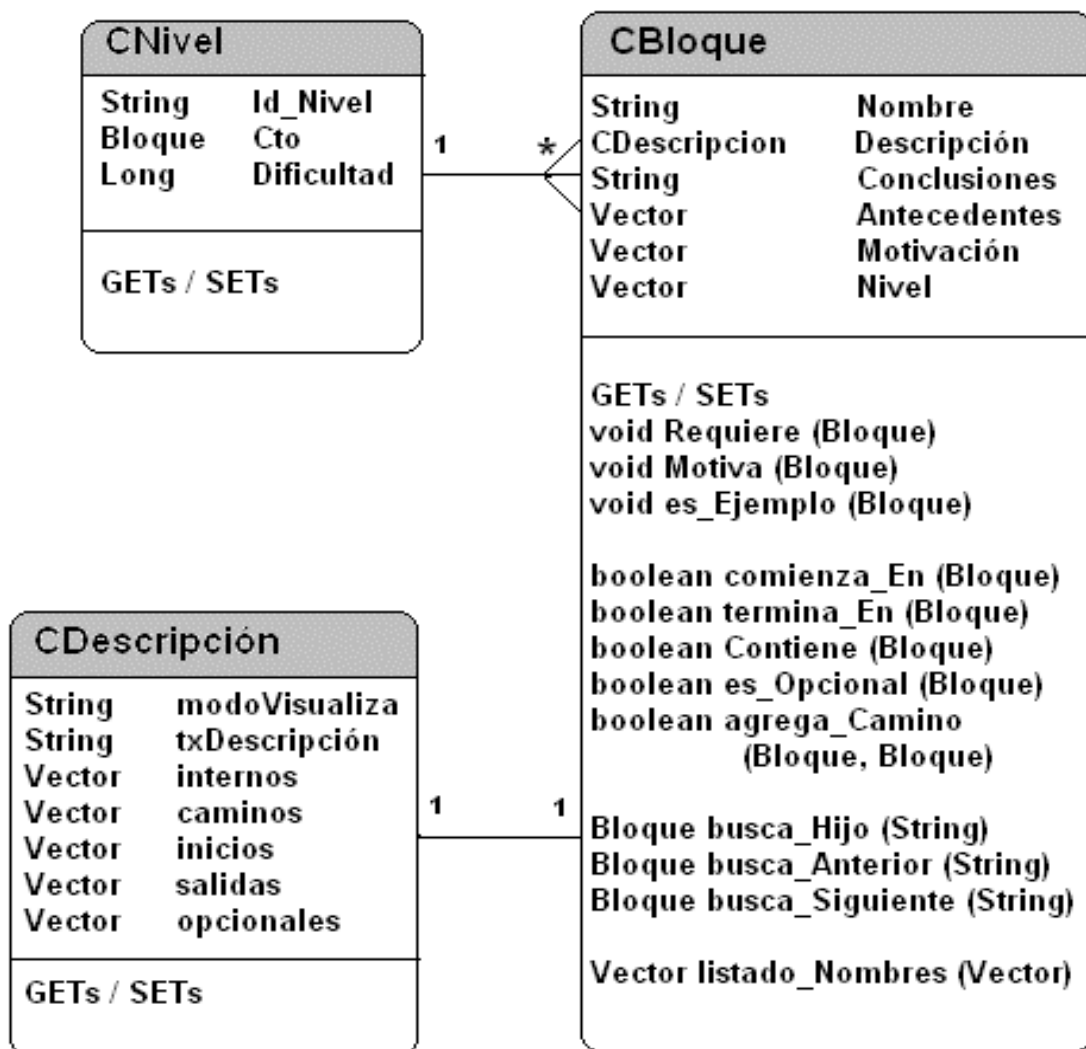
(con comentarios de mi parte):



Apéndice 2:

Detalle de la implantación realizada (Prototipo funcional)

MODELO DE CLASES:



DEFINICIÓN DE ATRIBUTOS:

```
/* CDescripcion.java
* Estructura de representación de la Descripción de un bloque
*
* Autor: Carlos Eduardo Pérez A. --- Oct2K2
*/

public class CDescripcion extends Object implements Serializable {
    String modoVisualiza; // Modo actual de visualización del bloque
                        // "Base" --> Modo por default
    String txDescripcion; // Texto descriptivo asociado a este bloque
    Vector internos;      // Listado de todos los sub-Bloques
    Vector caminos;      // Listado de caminos entre duplas de sub-Bloques
    Vector inicio;       // Listado de los puntos (sub-Bloques) de Inicio
    Vector salida;       // Listado de los puntos (sub-Bloques) de Salida
    Vector opcionales;   // Listado de los sub-Bloques Opcionales

}
```

```
/* CNivel.java
* Estructura de representación del Nivel / Dimensión (Vector + id + Dificultad)
*
* Autor: Carlos Eduardo Pérez A. --- Oct2K2
*/

public class CNivel extends Object implements Serializable {
    String Id_Nivel; // Identificador del tipo de conexión
                  // ID: X = Ejercicio / Ejemplo
                  // E = Explicación
                  // B = Blanco (Solo para creación!!!)
    Bloque Cto; // Bloque de Cto. al que se hace referencia
    long Dificultad; // Dificultad relativa del bloque (especialmente ej/ ex)

}
```

```
/* Bloque.java
* Modelo base del Editor de Conceptos
*
* Autor: Carlos Eduardo Pérez A. --- Oct2K2
*/

public class Bloque extends Object implements Serializable {
    String Nombre; // Nombre asignado al Bloque actual
    CDescripcion Descripcion; // Texto descriptivo del Proc. Interno
    String Conclusiones; // Texto de conclusion. ¿Creado con sub-conclusiones?
    Vector Vc_Antecedentes; // Vector hacia bloques pre-requisito
    Vector Vc_Motivacion; // Vector hacia bloques post-requisito
    Vector Vc_Nivel; // Vector de CNiveles con los niveles asociados

}
```
