

Introducción a un modelo sistémico de materiales interactivos educativos

Introduction to a complex model of educational materials

Master Lara Luis Rodolfo

Lic. Eduardo Adrián Toloza

Prof. Carlos Enrique Diaz

Prof. Ana Laura del Valle Palomeque

Resumen

El diseño de materiales multimedia educativos como recursos utilizados en educación a distancia está basado generalmente en premisas de desarrollos empíricos. Este trabajo, desde una perspectiva teórica interdisciplinaria, enfoca la etapa de desarrollo y uso de estos materiales interactivos, considerándolos como Sistemas Interactivos Multimedia (SIM), relacionándolos con principios provenientes de disciplinas y conceptos tan disímiles como la termodinámica, entropía, constructivismo y teoría general de sistemas.

El punto de vista sistémico abre una nueva faceta para realizar el estudio de estas aplicaciones interactivas ya que permite realizar un estudio más exhaustivo de la interacción de estos materiales con el entorno. Por medio de un análisis entrópico es posible conocer la tendencia evolutiva o involutiva que tendrá el material interactivo, mediante el intercambio de información entre el sistema abierto y el medio.

Finalmente, este trabajo hace referencia a la presentación de un modelo teórico de materiales interactivos educativos ideales, en el sentido de lo que se podría esperar de estos medios si la tecnología nos permitiera, denominado SIM como un sistema complejo configurable de acuerdo a las interacciones que se llevan a cabo; aceptando, que el alumno toma el rol principal en el camino al aprendizaje, es quien tiene el control del proceso, en el momento en que el aprendiz toma decisiones, entonces, un nuevo modelo de aplicación multimedia educativo debe implicar al alumno no sólo en el tramo final como usuario, sino tiene que intervenir durante toda la etapa en que se va realizando el proceso de aprendizaje. De esta manera, se convierte en un elemento activo que participa como diseñador de su propio material educativo, de acuerdo a sus necesidades, estilo de aprendizaje y conocimientos previos.

1.- Introducción

Los avances tecnológicos impactan permanentemente en nuestra vida cotidiana, de esta manera, el ámbito educativo no queda exento de esta situación, con la implementación de diversos medios en el aula. Cabero (1990) define específicamente al medio didáctico como aquel elemento curricular que, por sus sistemas simbólicos y estrategias de uso, propicia el desarrollo de habilidades cognitivas en los alumnos en un contexto determinado, facilitando la intervención mediada sobre la realidad, el empleo de diversas estrategias de aprendizaje y la captación y comprensión de la información.

Por otro lado, el concepto de medio instructivo implica una reducción conceptual de lo que es un medio didáctico “es todo medio orientado al proceso educativo institucionalizado y controlado, es decir a la enseñanza”. (Sánchez Cerezo, 1991, p. 343). Los medios de instrucción suponen una integración en el proceso curricular de herramientas, aparatos y dispositivos cuya finalidad es favorecer y optimizar el aprendizaje.

Existe en la actualidad innumerables estrategias y métodos que se utilizan para el desarrollo de aplicaciones multimedia educativos como materiales de soporte para educación a distancia, en donde la metodología de diseño no se encuadra bajo un claro sustento teórico, o están enmarcadas en otras teorías que corresponden a la modalidad presencial o en determinadas reglas aisladas de diseño. Es por esta razón que se presenta un modelo de estos materiales interactivos desde una nueva perspectiva sistémica e interdisciplinaria.

El carácter transdisciplinario de este trabajo se basa, justamente en la estructura compleja que presentan estos programas interactivos, como lo expresa Morin (1999) “los desarrollos disciplinarios de las ciencias no sólo aportaron las ventajas de la división del trabajo, también aportaron los inconvenientes de la superespecialización, del enclaustramiento y de la fragmentación del saber. No produjeron solamente conocimiento y elucidación, también produjeron ignorancia y ceguera” (p. 15). Por consiguiente, incorporando principios y conceptos teóricos provenientes de diversas disciplinas y teorías como la física, la química, la teoría de los sistemas y procesos de enseñanza-aprendizaje entre otras, se busca abrir una nueva perspectiva para el diseño de materiales educativos interactivos partiendo de un modelo complejo.

2.- Las representaciones simbólicas implicadas en los medios educativos

Analizando los atributos que presentan los medios, Salomon (1979) los diferencia en:

a) Atributos tecnológicos: son aquellos que influyen sobre todo en la difusión de la información (es decir, afectan a la disponibilidad y accesibilidad de los materiales). Se ha

demostrado, que cuando lo único que cambia en una situación de aprendizaje es la tecnología, sus efectos en el aprendizaje son despreciables. De esta manera, los atributos tecnológicos hacen referencia, por ejemplo, a las propiedades intrínsecas que presenta un medio (medio de audio, visual, audiovisual, etc.)

b) Contenidos o mensajes transmitidos: suelen ser el propósito principal y de mayor interés para el docente. Diversas investigaciones parecen indicar que el impacto del medio en el aprendizaje no está tanto en los mensajes que transmite (dimensión semántica según Escudero) como en las formas de codificarlos (hace referencia a la dimensión sintáctica del medio). Así, toma vital importancia las características del código transmitido con un lenguaje de símbolos establecido.

c) Marcos y situaciones sociales (factor externo): se relacionan con el uso que se hace de los medios de acuerdo al contexto donde será empleado. Parece confirmarse que en determinados entorno y condiciones de aplicación el efecto de los medios en el aprendizaje varía significativamente. Sin embargo, este atributo es externo e independiente a la naturaleza propia de cualquier medio. Esto hace referencia a la dimensión pragmática del medio propuesta.

d) Sistemas simbólicos: definidos por Salomon como: "un conjunto de elementos que representan en alguna forma específica unos campos de referencia y que se interrelacionan de acuerdo con ciertas reglas sintácticas o convenciones" (p. 20) que son los códigos.

Algunas de estas convenciones (códigos) pueden ser formales (como los símbolos matemáticos o del lenguaje) o informales (como los artísticos). La función de los sistemas simbólicos en los medios será ofrecer distintas modalidades de codificación de los mensajes transportados por los medios.

"La representación, tan diferenciada de la experiencia real, es codificada siempre dentro de un sistema de símbolos. Si se intentara eliminar las imágenes (código) de las películas (medio), la cartografía (código) de los mapas (medio) o el lenguaje (código) de los textos (medio), ¿qué quedaría?. Los medios sin sistemas de símbolos son tan inconcebibles como las matemáticas sin los números" (Salomon, 1979, p. 3).

Los sistemas simbólicos se constituyen en ese atributo diferencial interno del medio que, a la vez, modulará los efectos en el aprendizaje pues afectan a las representaciones cognitivas de los sujetos que con ellos interaccionan.

En términos generales, cuando un alumno aborda la tarea de asimilar un nuevo conocimiento suele activarse un proceso que cumpliría dos funciones básicas:

- a) Este sujeto debe *decodificar* el mensaje, lo que supone la traslación del código externo simbólico presentado en el medio a un código interno en el que el sujeto procesará la información.
- b) Se procesa dicha información con su correspondiente almacenamiento y asimilación, es decir, se produce un aprendizaje significativo.

El problema reside en la transformación de las representaciones simbólicas externas a representaciones cognitivas internas, deduciéndose de aquí que el grado de semejanza e isomorfismo entre el modo de codificación de los mensajes y el modo de representación interna de los mismos influirá en la facilitación o no del aprendizaje. Este proceso transformador exige del alumno una actividad mental dependiente del esfuerzo cognitivo que le suponga recodificar internamente los mensajes simbólicamente representados externamente.

Entonces, "un sistema de símbolos comunica mejor que otro no a causa de un parecido entre el símbolo representado y su referente, sino porque un sistema de símbolos, en comparación con otros, puede presentar la información en mejor congruencia con el modo de representación que un individuo, con una determinada estructura cognitiva y una tarea dada, puede utilizar mejor" (Salomon, 1979, p. 73). Es decir, más allá de lo análogo que puede ser un sistema de símbolos con el referente que quiere simbolizar, lo relevante es la correspondencia que puede existir entre la presentación de una información proporcionada por el medio y el modo de representación que tiene un alumno (determinado por su estructura cognitiva y una tarea determinada).

Lo que implica un verdadero desafío en el desarrollo de materiales educativos, pues, lo relevante es que exista una compatibilidad entre el campo referencial determinado por el sistema simbólico que proviene del medio y las representaciones internas que maneja el sujeto, lo que se complejiza más pues cada alumno tiene su propio perfil que lo diferencia de los demás.

3.- El uso de los materiales multimedia: su influencia en el diseño original

El enfoque constructivista resalta el control del proceso que tiene el alumno, en el momento en que el aprendiz toma decisiones que emparejan de acuerdo a su propio estado cognoscitivo y de sus propias necesidades. Desde el punto de vista didáctico de estos materiales interactivos, Squires (1999) afirma que se presenta una paradoja si aceptamos una visión constructivista del aprendizaje con respecto al diseño actual de los programas multimedia educativos: si al intentar diseñar ambientes de aprendizaje eficaces, estamos al mismo tiempo reprimiendo los niveles de libertad para que los mismos estudiantes puedan tomar decisiones sobre su propio aprendizaje.

Teniendo en cuenta el grado de delegación o grado de libertad llevados a cabo en la etapa de diseño y desarrollo de un programa multimedia educativo, los usuarios, de acuerdo a la forma en que emplean el software, pueden en mayor o menor medida alterar el diseño original del software para satisfacer sus propias necesidades. Desde una perspectiva del diseño Squires la llama “*perturbación delegada*”, en el sentido que el usuario al interactuar con el sistema abierto, puede producir modificaciones más o menos importante en el propio sistema. Esta delegación puede presentarse en tres niveles, dependiendo si el software incorpora intenciones de diseño educativas explícitas, implícitas o ausentes:

- Delegación explícita: se requiere un esfuerzo consciente por parte del usuario para poder frustrar las intenciones originales de los diseñadores.
- Delegación implícita: el software proporciona ciertos grados de libertad sin que el alumno esté consciente de los mismos.
- Delegación ausente: sucede a menudo cuando el software originalmente fue pensado para uso general, por lo que es “apropiado” para los propósitos educativos, en este caso, se precisa de un esfuerzo del profesor o estudiante para alterar las intenciones no-educativas del diseñador.

En cuanto a la “*perturbación incorporada*”, consiste en dar énfasis al papel activo y determinante de los alumnos en configurar sus propios ambientes de aprendizaje para resonar de acuerdo a sus propias necesidades, relacionando las nociones de aprendizaje con tecnología a través del “compromiso atento” y los aprendices como diseñadores intentando representar su propio conocimiento, de esta manera, se busca la significancia personal. Este tipo de perturbación lleva a diseños del software que son volátiles por naturaleza, respondiendo al cambio y necesidades idiosincrásicas de los aprendices.

En consecuencia, una síntesis de los rasgos esenciales de una visión constructivista del aprendizaje en el desarrollo de materiales multimedia educativos es que debe iluminar las características de perturbación delegada y mantener pautas de diseño de aplicaciones arteras que ofrecen la perturbación incorporada.

De esta manera, los programas deben ser volátiles con respecto a su diseño y sujeto a perturbaciones en cuanto a su utilización. La idea de volatilidad está proporcionando de alguna manera, la idea del grado de permeabilidad del sistema abierto con respecto a la estimulación del entorno, y, también por la reversibilidad que caracteriza a los procesos involucrados. Lo perturbador, por otro lado, está relacionado con el nivel de maleabilidad que pueden presentar, mediante el proceso adecuado del tránsito de información tanto interna como aquella proveniente del entorno que llevará a cabo el software.

Los programas de computación educativos actuales referidos a usuarios finales presentan secuencias preestablecidas de acciones, son “secuencias de instrucciones escritas en un

lenguaje determinado y que vienen a representar la solución a un problema” (Sánchez Cerezo, 1991, p. 429), no obstante, para enfrentar la incertidumbre de la acción, que representa toda interacción del sistema con el medio, es necesario el recurso de la estrategia, que permite a partir de una decisión inicial, imaginar un cierto número de escenarios o modelos para la acción, escenarios que podrán ser modificados según la información que llegue al sistema los elementos aleatorios que sobrevendrán y perturbarán esta acción. Es, entonces, donde se vislumbra, desde un horizonte sistémico, una arquitectura modular interconectada para los SIM.

Morin (1999) expresa que la estrategia debe prevalecer sobre el programa, ya que éste al presentar secuencias determinadas de antemano en un entorno estable, al ocurrir alguna alteración en las condiciones externas, se bloquea. En cambio, la estrategia elabora un espacio de acción examinando las certezas e incertidumbres de la situación, las probabilidades y las improbabilidades, se pueden plantear estrategias utilizando secuencias cortas de programas, pero para toda aquello que se efectúe en un entorno inestable e incierto, como sucede como sistema abierto en el proceso enseñanza-aprendizaje, debe imponerse la estrategia. En la elección de la estrategia más apropiada toma un rol relevante el Motor de Selección y el aprendiz, ya que la interacción mutua software-aprendiz hará describir el itinerario en la arquitectura arbórea que compone el sistema.

Si se considera que el proceso de enseñanza y aprendizaje es complejo y que cada individuo aprende de distinta manera, las aseveraciones de Morin desde una perspectiva general deben ser incluidas en el ámbito del diseño de los programas multimedia educativos, por lo tanto, para que el proceso pueda ser efectivo y eficaz, los mencionados programas que existen en la actualidad deben dejar de ser programados para elevarse (o descender, según el punto de vista) a otra condición, la de ser un medio que no sólo almacene y presente información; sino que realmente pueda dar las herramientas necesarias para formar al individuo planteando diversas estrategias de acuerdo a señales realimentadas implicadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por lo tanto, se respalda el desarrollo de una nueva aplicación dinámica que va más allá de lo intangible, un material volátil, modular como el tradicional pero con un crecimiento no sólo longitudinal sino también transversal (lo que proporciona diversas alternativas al alumno), formando un todo tridimensional, a la medida de las necesidades del alumno, sin limitaciones y adaptable al usuario, cambiando éste el rol pasivo que siempre se le dio para transformarse en el verdadero protagonista del proceso, constituyéndose también en el diseñador de su propio software.

4.- Un enfoque sistémico sobre los medios educativos

La teoría de los sistemas provee de un terreno escasamente explorado para llevar a cabo el estudio del diseño de estos materiales; así, un sistema se puede considerar como “un conjunto organizado de elementos diferenciados cuya interrelación e interacción supone una función global. Las relaciones se establecen entre las diversas partes y entre cada parte y el conjunto como totalidad” (Sánchez Cerezo, 1991, p. 480). Una de las virtudes esenciales de la T.G.S. es la de tratar a los sistemas, sin prescindir de sus relaciones con su entorno manteniendo, además, las conexiones internas y externas de sus elementos. Todo lo cual no puede ser separado sin destruir la esencia del mismo, es decir, su unidad.

En este contexto, se puede definir un Sistema Interactivo Multimedia (SIM) educativo “como aquel desarrollado específicamente con fines educativos, capaz de presentar información, contenidos y actividades en forma textual, sonora y audiovisual de modo coordinada e integrada. Presentación que se realiza en forma ramificada, mediante el uso del hipertexto y vínculos, permitiendo al sujeto interactuar con el medio en forma personal, y que en dicha interacción construya en forma significativa y adaptable el conocimiento” (Lara, 2008, p. 170), si bien este concepto es amplio, se abre diversos enfoques para poder tratar el tema.

Desde este punto de vista, un material interactivo educativo debe tener las siguientes propiedades:

- ✓ *Ser un sistema abierto*, es decir, un sistema real, aquel que interactúa con el entorno, le afecta sus influencias, pero a la vez se diferencia de él, por lo tanto es permeable a los estímulos externos.
- ✓ *Tener una perspectiva holística*: el todo es superior o diferente a las partes constitutivas.
- ✓ *Ser recursivo y sinérgico*: se lo puede considerar sistema ya que se muestra independiente y coherente, aunque se encuentre situado en el interior de otro sistema, o bien, envuelva y contenga a otros sistemas. Por otro lado, un sistema no es la simple suma de efectos de cada una de sus partes, sino que la interrelación de sus componentes produce un efecto diferente y superior.
- ✓ *Ser un sistema realimentado*, es decir, de acuerdo a las señales de entrada, el sistema por sí solo se reorienta o replantea continuamente su situación (principio de la cibernética).
- ✓ *Cumplir con el principio de equifinalidad*, es decir, partiendo dos sistemas de condiciones iniciales diferentes pueden llegar al objetivo propuesto.

Considerando el material multimedia como un SIM educativo, nos permitirá realizar un estudio más detallado de su interacción (estímulos y realimentaciones) con el entorno. Mediante un análisis entrópico es posible conocer la orientación que lleva a cabo la

evolución de estos materiales al interactuar como sistema abierto, de esta manera, un SIM se comportaría en forma adecuada y adaptada al perfil del usuario, según las características que presente las estimulaciones y flujos de información que provienen del usuario.

Es así, que en la actualidad, las aplicaciones multimedia educativas, en su aspiración de favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, sólo lo puede conseguir con un “usuario estándar”, del cual los programadores y diseñadores de la aplicación tomaron como modelo con argumentos dudosos y discutibles sobre lo que significa realmente el término “usuario estándar”, sin considerar que cada individuo construye su conocimiento de diversas formas y proviene de conocimientos, estilos de aprendizaje y acontecimientos previos diferentes.

El hipertexto en estos materiales tiene un rol fundamental, ya que produce un aumento en el nivel de interactividad, produciendo una apertura en el sistema “El hipertexto proporciona al usuario la libertad de establecer el curso de navegación a través del material en función de su propio interés, curiosidad y experiencia, o de la naturaleza de la tarea que debe realizar, en lugar de seguir un camino predeterminado por el autor” (Burbules y Callister, 2006 , p. 86). Así, este material se abre a las intervenciones que pueda tener el usuario, dándole un rol más activo. Los vínculos o enlaces proveen al alumno el acceso a la red no sólo para acceder a la información, mediante una exploración de sitios webs, sino también para establecer contacto con recursos que posibilitan el aprendizaje colaborativo con otro alumno o interactuar directamente con el tutor.

Por esta razón, un SIM educativo debe ser capaz de:

- a) presentar información, contenidos y actividades por distintos medios: en forma de textos, hipertexto, sonidos e imágenes (fijas y en movimiento) de modo coordinada e integrada,
- b) exponer un desarrollo de información, contenidos y actividades en forma ramificada (tanto transversal como longitudinal), mediante la implementación de elementos hipertextuales,
- c) adaptarse a las características del equipamiento (hardware) que se dispone,
- d) poder acceder a materiales de estudio de otras fuentes (acceso a la información distribuida), por medio de conexión en red,
- e) comunicar y compartir información y contenidos con otros alumnos (contribuye al aprendizaje colaborativo),
- f) adaptar los contenidos y actividades que suministra el medio a las características del alumno (tanto cognitiva como de los conocimientos previos que presente), mediante campos referenciales compatibles con el modo de representación que presenta el alumno y
- g) mostrar modelos contextuales (representaciones simbólicas, aplicaciones, contenidos y actividades) adaptados por el usuario.

Sistema abierto

Se debe tener en cuenta que las aplicaciones informáticas que existen en la actualidad tienden a ser sistemas abiertos muy limitados (quizás, alcance a cumplirse los primeros cuatro incisos), en el sentido de que las intervenciones que puede realizar el alumno (estímulos provenientes del exterior y sus realimentaciones) no influyen en forma determinante en cuanto a la esencia del funcionamiento y al desarrollo del sistema en general.

La perspectiva sistémica y relación con el entorno nos hace introducir otro concepto necesario para el entendimiento del desarrollo de materiales interactivos multimedia: la entropía.

5.- La influencia de la entropía en el SIM

El concepto de entropía, proveniente del segundo principio de la termodinámica, tiene diversas interpretaciones que mas allá de ser diferentes son complementarias, representa una medida de la pérdida de calor, de energía (Clausius), a una medida de aleatoriedad o desorden (Boltzman) y a la vez está relacionada con la cantidad de información que se puede transmitir por un canal (Shannon y Weaver).

En el mundo real, los sistemas complejos son abiertos (donde se intercambia de calor o energía, materia o información con el entorno). De esta manera, como sistema abierto, se deben tener accesible los canales adecuados y proporcionar las oportunidades apropiadas para que pueda interactuar el usuario.

La información, implica la más importante corriente neguentrópica (entropía negativa) de que disponen los sistemas complejos, considerando información toda aquella que es verdaderamente relevante para el sistema.

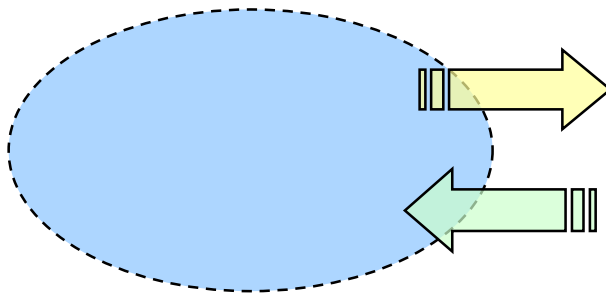


Figura 1 - Entropía en un sistema abierto

Cabe aclarar que el entorno o ambiente del sistema está definido por:

- a) las características del perfil del alumno

- ✓ las capacidades cognitivas,
 - ✓ las estrategias, técnicas y estilos de aprendizaje que emplea,
 - ✓ los conocimientos previos y la experiencia que posee
 - ✓ los modos de representación y de decodificar los mensajes
- b) las características técnicas informáticas que posee la computadora (hardware y software disponible),
- ✓ microprocesador, memoria disponible, hardware en general
 - ✓ sistema operativo donde trabajará la aplicación, recursos o software de base que son necesarios
- c) contexto de estudio: medios auxiliares, secundarios o adicionales que se disponen para el proceso de enseñanza-aprendizaje, nivel de intervención del docente, etc.

Este entorno así definido, presenta diversas variables y configuraciones, que, combinadas hacen que la aplicación trabaje en forma personalizada y adaptable.

La realidad muestra como los organismos vivos como las estructuras artificiales creadas por el hombre presentan una tendencia a una mayor heterogeneidad (elementos del sistema bien diferenciados) y un alto nivel de organización. Ello es debido a que, en los sistemas abiertos, el incremento de la entropía que se produce en todo sistema es contrarrestado por la disipación de esta entropía con su entorno (flujo de entropía negativa), gracias precisamente a esos flujos de información, energía, cambios de objetivos o estructuras hacen que la entropía total del sistema incluso pueda disminuir.

Es claro que estos flujos producen perturbaciones e inestabilidades en el sistema pero la asimilación adecuada de los mismos, no su eliminación o neutralización, es la que permitirá que el sistema siga funcionando. De este modo, como afirma Sarabia (1995) “en un sistema abierto, se debe tener en todo momento despejado sus canales de información con el entorno y asumir el conflicto que supone la aceptación de la diversidad, ya que en caso contrario, evolucionarán como los sistemas cerrados alcanzando su particular muerte térmica y marcándose como fin una degradación del fin original” (p. 56). Por lo tanto, permeabilizar la frontera entorno-sistema llevará al sistema a un terreno de inestabilidad, pero a la vez, si el sistema tiene un diseño apropiado, evolucionará a un nivel superior de organización.

Se considera un proceso irreversible a aquel proceso que es natural o espontáneo y que produce una degradación de la calidad de la energía, es decir, tiene lugar sin ninguna influencia externa, ya que el sistema tiene una nula o baja emisión de información del entorno, “disipa energía”; que es el caso de que el calor pasa de un cuerpo más caliente a un cuerpo más frío si están en contacto o la expansión libre de un gas.

En cambio, un proceso reversible en termodinámica “es aquel que puede ejecutar en ambas direcciones, de manera que todos los cambios que ocurran en cualquier parte del proceso directo se revierten exactamente en las etapas correspondientes del proceso inverso” (Glasstone, 1972, p. 180). Los procesos reversibles son cambios bien compensados, encontrándose el sistema en equilibrio con sus alrededores en cada etapa del proceso, el proceso tiene lugar sin degradación de la calidad de la energía, sin dispersarla caóticamente, entonces, un proceso reversible no genera entropía. Considerando un SIM, éstos deben tener la propiedad de ser reversibles para poder volver cualquier estado anterior, y, de esta manera, tener la versatilidad necesaria para que el alumno pueda realizar su propio itinerario dentro del material.

Como afirma Atkins (1991), los cambios espontáneos siempre van acompañados de una reducción en la “calidad” del flujo de la energía, materia o información, en el sentido de que es degradada a una forma más dispersa y caótica, esto en el concepto de entropía se traduce en un aumento de la misma a un valor mucho mayor a cero. Entonces al desarrollar un SIM se debe considerar que cuando interactúe con el entorno, lo lleve a un nivel controlable de organización (más jerarquizado y complejo), lo que es lógico considerando un material que comprenderá contenidos y actividades educativas, por lo que se deduce que en un SIM la variación total de entropía debe ser próxima a cero (zona cero entrópica), en otras palabras, el sistema interactivo debe interactuar con el ambiente.

Para mantener la entropía total en un valor constante se hace necesario la existencia de mecanismos de control en el sistema, es decir, componentes de mantenimiento (el Motor de Selección) y como componente de producción (el Medidor Estado) que tengan la función de organizar, ordenar y manejar el flujo de la cantidad de información interna y la que proviene del exterior; entonces, bajo estas condiciones, el sistema tiende a una estructura organizada de orden superior. Hay una remarcada diferencia del sistema con el medio con quien interactúa. El rol del medio, en cuanto al elevado nivel de recepción de información relevante, es fundamental para el comportamiento del sistema.

Por lo tanto, se busca considerar al material multimedia educativo como un sistema abierto con una estructura básica (con contenidos, modelos y actividades diversas) que, para que vaya desarrollándose precisará sustentarse de señales proveniente del entorno, de donde le proveerá de información adicional para neutralizar la entropía creciente interna del sistema, de esta forma irá expandiéndose pero en forma ordenada en el desarrollo de módulos que se generarán de acuerdo a los requerimientos que solicite el entorno (perfil del alumno + hardware). Lo que se busca con la inclusión de estos elementos, es que el material vaya creciendo por la acumulación seleccionada de información, proveniente de datos del entorno

(principalmente proporcionada por la interacción con el alumno); proveyendo el sistema como respuesta, tanto de actividades como de contenidos adecuadas a esas interacciones. Ese crecimiento no tendrá una forma indiscriminada y desordenada, ya que la aplicación contará con elementos para poder controlar y describir los trayectos y el seguimiento de los contenidos más adecuados para el perfil del alumno que está interactuando.

Así se puede asimilar que los SIMs son sistemas abiertos que incorpora datos y parámetros del entorno, de esta manera, se desarrollan diversos módulos, aumentando la entropía, pero por otro lado existen otros elementos que componen este sistema que tratan de organizarlo, por lo tanto, se configurará un sistema organizado, alrededor de la zona cero entrópica, ya que no se justifica un software educativo tendiendo al desorden.

6.- Los SIMs educativos

El modelo propuesto de Sistemas Interactivos Multimedia educativos, está compuesto por diversos elementos que constituyen el sistema, entre los cuales se destaca los contenidos modulares, y los elementos de control e identificación: el Motor de Selección y Medidor de Estado, respectivamente.

6.1.- El desarrollo de contenidos modulares

Teniendo en cuenta el acercamiento en espiral para aprender de Bruner citado por van Dam (2002), donde un alumno encuentra un tema varias veces a lo largo de su educación, cada vez a un nivel creciente de sofisticación, además, en cualquier fase en que se está aprendiendo, uno debe poder combinar y equiparar módulos educativos a los niveles diferentes de sofisticación dentro de la misma área del tema general, y considerando los postulados del pensamiento de Piaget mencionados por Gimeno Sacristán y Pérez Gómez (1995) donde expresan que el aprendizaje no es hereditario sino que es construido por el individuo a través de un proceso dinámico de desarrollo y transformación de estructuras que dialécticamente evolucionan en espiral. Se concluye que este proceso de construcción genética se realiza a través de la asimilación de los conocimientos nuevos al integrarse a las anteriores estructuras; y la acomodación, reformulación y elaboración de nuevas estructuras como consecuencia del proceso de asimilación. El conocimiento es una elaboración subjetiva y no una copia figurativa de lo real donde aparecen los modelos conceptuales.

De esta manera, para el desarrollo de contenidos de un SIM se presenta un plano tridimensional, donde, por un lado se muestra el contenido (donde contendrá información y actividades propuestas) basándose en diversos modelos de representación de un tema

desde una perspectiva determinada, utilizando un sistema de símbolos establecido, que tendrá que confluir con el propio marco de representación que tiene el alumno para que el proceso de comunicación e información sea mejor, y la otra dimensión es complejizar cada uno de los mencionados modelos, según diversos niveles de profundidad, conforme a las características cognitivas, de conocimientos, experiencias previas o preferencia personal que presente el alumno.

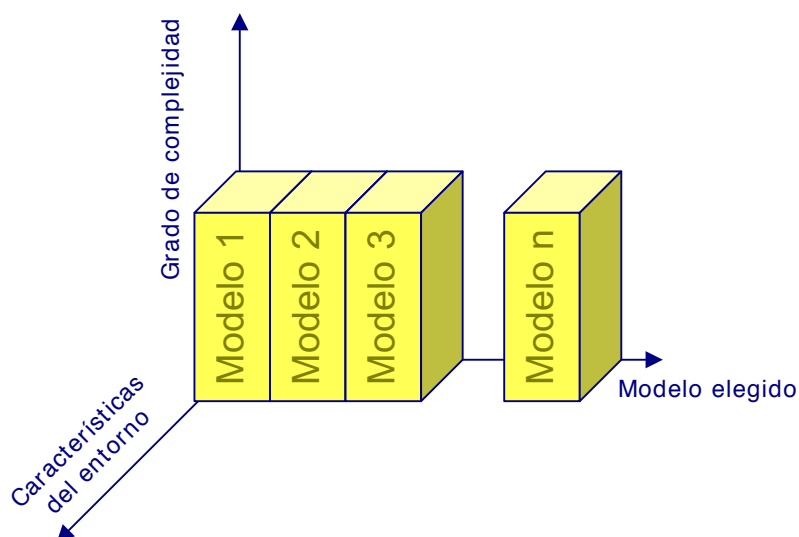


Figura 2 - Presentación de contenidos en un SIM

Los contenidos estarán determinados por una coordenada tridimensional compuesta por tres variables que, de acuerdo a las características que tengan el usuario, mediante el Motor de Selección optará por el modelo de representación más conveniente y el nivel de profundidad más adecuado para presentarle al aprendiz. El grado de complejidad tanto de los modelos como de la sofisticación que presente cada uno de ellos presenta una gran variedad de alternativas para presentar los contenidos para cada nivel particular que requiera el alumno. Cada uno de estos módulos estará conectado en forma bidireccional (proceso reversible) con el resto de los módulos, de esta forma, el Motor de Selección y el usuario describirá el trayecto a seguir en cualquier dirección según las necesidades y opciones que quiera el alumno.

6.2.- El modelo SIM

Basándonos en las afirmaciones mencionadas anteriormente (Salomon, Squires, Bruner y Morin entre otros), se presenta el siguiente modelo complejo, estará constituido por pequeños módulos programables que se irán adaptando (mediante diversas estrategias) a las condiciones inestables y aleatorias que presenta la interacción con el entorno que, a la

vez, emitirá señales de realimentación en la entrada del software para orientar al sistema cerca de la zona cero entrópica.

De esta manera, los SIMs estará constituido por pequeñas celdas que podrán interactuar una o varias de ellas (de acuerdo a diversas condiciones que presente el entorno) en el desarrollo de una aplicación multimedia, es así que el nuevo modelo de una aplicación multimedia educativa estará formada por diversos módulos, cada uno de ellos con una identidad propia, que buscará la congruencia con el marco referencial que tenga cada alumno, pero a la vez formando en su conjunto una entidad única multimedia amoldada por el alumno que interactuará con el entorno.

Toda la aplicación multimedia estará conformada por pequeños módulos que solamente describirán acciones inmediatas, formando un verdadero sistema, así, el itinerario arbóreo que se recorre dependerá de los caminos previos recorridos por el usuario y por las decisiones que tome del marco hipertextual, por las características del entorno, por interacciones detectadas por la aplicación y por acciones que tomará el alumno de acuerdo a diversos eventos que se presente. Por lo tanto, el camino que llevará al alumno por diversos itinerarios no sólo estará definido por lo hipervínculos en el que estudiante por voluntad propia intentará recorrer, sino por los diversos módulos (conectados en paralelo y en serie y en un sentido bidireccional), que mediante diversas estrategias establecidas se le presentarán.

Un SIM consta de módulos, cada uno de ellos constituye un modelo de representación determinado, con un grado de complejidad también específico, por ejemplo Modelo 2 Módulo 5 (modelo temático 2, grado de complejidad 5) en donde se contemplarán:

- ✓ la presentación de los contenidos: muestra la introducción al tema, con sus correspondientes objetivos, proporcionando diversos modelos configurables
- ✓ la información propiamente dicha: expone los contenidos (internos o externos) suministrados en distintos niveles de complejidad también adaptables
- ✓ las actividades: presenta diversas tareas que puede realizar el alumno

Un SIM utilizando la estructura modular plantea el siguiente aspecto:

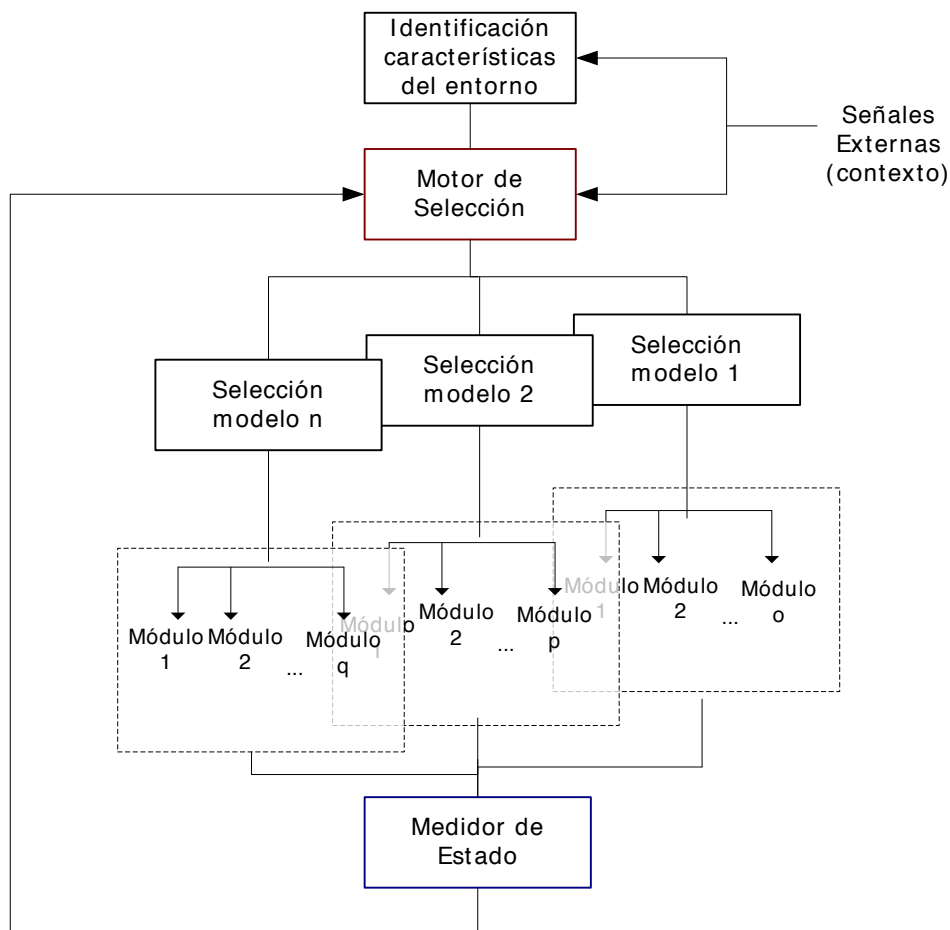


Figura 3 - Estructura de un SIM

Al inicio de la aplicación, existe un proceso de identificación, mediante una evaluación diagnóstica, de las características del entorno (alumno+hardware+medios empleados), de esta forma, la aplicación multimedia se adaptará y trabajará de acuerdo a las condiciones del ambiente. Lo que se persigue con este proceso es recoger datos necesarios y procesarlos para que el sistema pueda actuar en consecuencia.

6.3.- El motor de Selección y el Medidor de Estado

El Motor de Selección es quien lleva a cabo el proceso de selección de los módulos a presentar, mediante el cual se hará la opción del modelo de representación de símbolos que sea más compatible con el marco referencial que presenta el alumno, considerando también las otras características del entorno (hardware y metodología de implementación del medio). Dichos módulos serán adaptables y tendrán diversos grados de complejidad de acuerdo a las características del hardware y del perfil de aprendiz. De esta manera, por ejemplo, los contenidos donde estará almacenado la información que el alumno crea relevante, será capaz de almacenar información adicional mediante una suma de contenidos a la que presente el software como básica, principalmente la que puede proveer Internet u otro

usuario conectado a la red que utiliza el mismo software, inclusive, también se podrá desechar contenidos cuanto sean conveniente, aprovechando la reversibilidad que tiene este proceso.

Un material interactivo educativo deberá poder permitir decidir al usuario no sólo a qué módulos accederá, si éste es interno o externo (perteneciente a un SIM de otro usuario), también permitirá saber a qué ramificación del sistema seguirá, para ello deberá existir un Motor de Selección que evaluará cada uno de los eventos a seguir, de acuerdo a las señales y datos provenientes del exterior y a las condiciones del entorno como por los datos que puede proveerle el Medidor de Estado que especificará las coordenadas de cada módulo. Como se mencionó al principio este motor llevará implícitamente los rasgos de aleatoriedad que significa optar por un camino o trayecto, de esta manera, el Motor de Selección constituirá una función influenciada por tres variables, una proporcionada por el medidor de estado, señales provenientes del entorno y otra aleatoria.

La función del Medidor de Estado es especificar una dirección donde estará ubicado el módulo en la estructura arbórea del sistema, y por otro lado identificar mediante un valor el grado de complejidad en cuanto al tratamiento del contenido que presentará dentro del sistema. El Medidor de Estado (que actúa como una agenda que almacena las características, la historia de visitas realizadas y la dirección de cada uno de los módulos) dará al Motor de Selección la información necesaria para que éste pueda “enlazar o conectar” el módulo o conjunto de módulos que más se adecua para presentar al aprendiz, ya que hay que tener presente las características que deben tener estos tipos de materiales: perturbación delegada e incorporada, en consecuencia, cada uno de los módulos estarán individualizados y calificados según una base de datos dinámica que se irá actualizando en forma permanente. El Medidor de Estado identificará las coordenadas, es decir, la ubicación o dirección de los módulos para que sea identificable por el Motor de Selección.

Estas aplicaciones, podrán tener la capacidad de poder acceder a módulos pertenecientes a otros sistemas utilizando una red, de esta forma podrá acceder a otro banco de módulos pertenecientes a otros alumnos que utilizan otro SIM y tener la alternativa de comunicarse con ellos para poder proporcionar el aprendizaje colaborativo, este sistema en red viene a componer otra complejidad de mayor nivel a la que se ha descrito anteriormente, formando un Sistema Macro de Aprendizaje Multimedia Interactivo.

7.- Conclusiones

La inserción del pensamiento complejo en la informática educativa nos lleva a adentrarnos en un mundo complejo donde el determinismo da lugar al error y a la incertidumbre. Por lo

tanto, la programación de aplicaciones multimedia deben girar hacia el mismo sentido, ya que no vale de mucho la programación única y a largo plazo para diversos usuarios con perfiles tan complejos como disímiles, asimismo el trabajo a medida (mediante el almacenamiento sesgado de acuerdo a los requerimientos de cada alumno), compartido y ramificado de los SIMs, nos dará la pauta hacia dónde va y que se espera conseguir con las nuevas tecnologías aplicadas a los materiales para educación a distancia.

Como afirma Morin (2001, p. 27) “un paradigma puede al mismo tiempo dilucidar y cegar, revelar y ocultar”; es así que este modelo teórico pretende iluminar el plano complejo, lo real con lo imaginario, todavía en penumbras, que presenta el desarrollo de materiales interactivos con fines educativos.

Se propone materiales abiertos e interactivos, con una entropía constante, que hace referencia a un creciente intercambio de información entre el material y el contexto donde se produce el encuentro, eso queda implícito en las características que debe tener un material con perturbaciones explícitamente delegadas y también ser susceptible a las perturbaciones incorporadas.

La presencia del hipertexto es relevante en este proceso ya que promueve la apertura del sistema con una entropía constante, en este punto, el hipertexto es un recurso fundamental para abrir el sistema y poder así cada alumno personalizar su propio material.

Se debe dar paso a la atomización del material, mediante el desarrollo de parcelas de instrucciones modulares, pero también a la vez, al crecimiento complejo por medio de la conexión de estos módulos con secuencias en todos los sentidos, formando una gran red donde cada uno de las aplicaciones usadas por cada alumno constituye un elemento constitutivo de otro sistema macro que los contiene a todos. Toda esta red vinculada constituirá múltiples y diversos caminos que recorra el alumno para que sea verdaderamente un trayecto individual y global a la vez que lleve al alumno a ser protagonista de su propio aprendizaje.

Cada modelo, que presentan los contenidos y actividades (con respecto a los diversos campos referenciales como de complejidad en la profundización y exhaustividad de los contenidos), hace referencia a una correspondencia con el modo de representación interna que presenta el alumno, haciendo que el material se personalice a medida que el alumno lo utiliza. El verdadero desafío es detectar esas características que presentan el perfil que tiene el alumno y relacionarlo con una codificación compatible para suministrarle el modelo de representación adecuado.

La propuesta teórica de este modelo de estructura de materiales para educación a distancia busca constituir un marco referencial con respecto a las aplicaciones educativas que existen

actualmente, de esta manera, podremos ubicar a un material determinado existente cuanto se acerca a lo que es un SIM, haciendo relación de las cualidades intrínsecas que presenta. En cuanto a la realidad misma, muchos de los elementos que comprenden el modelo propuesto de SIMs no están consideradas en su totalidad por los softwares de autor de integración multimedia, quizás sea necesario reconsiderar las herramientas de autor que existen, para adaptarlas a una nueva perspectiva más orientada a la propia construcción del conocimiento por parte del alumno, tomando el rol protagónico de su propio aprendizaje, sólo de esta forma estos tipos de materiales llevarán la marca implícita del docente en la modalidad a distancia.

8.- Bibliografía

- 1) Andrade, E., Pachano, E., Pereira, L. Torres, A. (2002). El paradigma complejo. *Cinta de Moebio*, 14. URL: <http://www.moebio.uchile.cl/14/frames07.htm>
- 2) Atkins, P. (1991). *Fisicoquímica*. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana.
- 3) Austin Millán, T. (2000). Teoría de sistemas y sociedad. URL: http://www.geocities.com/tomasaustin_cl/index.html
- 4) Burbules, N. y Callister, T. (2006). *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Buenos Aires: Granica.
- 5) Cabero, J. (1990). *Análisis de medios de enseñanza*. Sevilla: Alfar.
- 6) Castellan, G. (1987). *Fisicoquímica*. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana.
- 7) Garberí, R. (2002). *Fundamentos teóricos del modelo sistémico*. URL: <http://www.dip-alicante.es/hipokrates/pdf/ESP/411e.pdf>
- 8) Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. (1995). *Comprender y Transformar la Enseñanza*. Madrid: Morata.
- 9) Glasstone, S. (1972). *Tratado de química física*. Madrid: Aguilar.
- 10) Lara, L. R. (2008). Efectos termodinámicos en el diseño de materiales multimedia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, RIED, volumen 11, Nº 2, <http://www.utpl.edu.ec/ried/images/pdfs/volumen11N2/efectostermodinamicos.pdf>
- 11) Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- 12) Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- 13) Salomon, G. (1979). *Interaction of media, cognition and learning*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- 14) Sanchez Cerezo, S. (1991). *Léxicos tecnología de la educación*. Madrid: Santillana.
- 15) Sarabia, A. (1995). *La teoría general de sistemas*. Madrid: Isdefe.

- 16) Squires, D. (1999). Educational software and learning: subversive use and volatile design. *IEEE Proceedings of the 32nd International Conference on System Sciences*, Hawaii. URL: <http://www.computer.org/proceedings/hicss/0001/00011/00011079.PDF>
- 17) van Dam, A. (2002). Next generation educational software and next generation user interfaces. Grand Challenges Conference Applications. URL: <http://www.cra.org/Activities/grand.challenges/vandam.pdf>.