

**TÍTULO: PROPUESTA PARA EL AUTOAPRENDIZAJE DE FÍSICA CON EL USO DE RECURSOS MULTIMEDIOS INTERACTIVOS.**

**TITLE: PROPOSAL FOR SELF-LEARNING PHYSICS USING INTERACTIVE MULTIMEDIA RESOURCES.**

**AUTORES:**

Julio Leyva Haza [juliol@ucp.vc.rimed.cu](mailto:juliol@ucp.vc.rimed.cu)

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Investigador y docente del Centro de Estudios de Ciencias Pedagógicas y profesor de Física General en la formación de profesores de Física y Matemática en la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Félix Varela Morales”. Villa Clara. Cuba.

Yusimí Guerra Véliz [yusimig@ucp.vc.rimed.cu](mailto:yusimig@ucp.vc.rimed.cu)

Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor Titular. Profesor de Matemática Superior en el Departamento de Matemática-Física de la Universidad de Ciencias Pedagógicas “Félix Varela Morales”. Villa Clara. Cuba.

**RESUMEN:**

La introducción de la informática en la enseñanza es una práctica cuya edad se cuenta ya en décadas, sin embargo las dificultades, tanto tecnológicas como económicas, matizan los resultados que aún no logran ser lo que desde hace tiempo se espera obtener. La propuesta que se presenta es uno de los resultados de tres años de trabajo en la promoción del autoaprendizaje y la autogestión del conocimiento por parte de los estudiantes de preuniversitario y su acercamiento al contexto mexicano. Los resultados obtenidos pueden ser de referencia para futuras incursiones en este campo, por cuanto se ha conseguido estructurar un software educativo sobre la base de la interactividad como característica fundamental de los medios informáticos, logrando ir un paso más allá que los libros electrónicos.

**ABSTRACT:**

The introduction of the computers in knowledge practice extends some decades and still a technologies and economics difficulty influences outcomes, which are no wholly the teachers hope. The proposal, authors explain, is one of the results obtained in three year work in promotion of self-learning and self-management knowledge by the students in high school and it oncoming to Mexican context. The results authors offer can be a reference for the future investigations in computer approach of learning, since we achieve the software structure as interaction between the student and computer farther than in e-book.

**PALABRAS CLAVE:** aprendizaje autónomo, aprendizaje virtual, software educativo.

**KEY WORDS:** self-learning, virtual learning, educational software.

## **INTRODUCCIÓN**

En el transcurso de las últimas décadas hemos asistido a la extensión progresiva de recursos basados en tecnología informática a múltiples ramas de la ciencia, la producción y los servicios que se renueva y perfecciona con una celeridad impresionante.

Desde sus inicios han sido múltiples los empeños de utilizarla para el aprendizaje con el propósito de lograr resultados superiores con menos esfuerzos y aunque existen logros significativos e indiscutibles, la complejidad de la tarea de educar es tal que hoy se pueden calificar de discretos los resultados obtenidos por el aun insipiente desarrollo tecnológico para abordar de manera extensiva los procesos en esta área de la actividad humana.

Mientras esperamos por nuevos alcances en la tecnología informática que permitan dar el salto pronosticado en la década de 1960, es insoslayable incorporarla al quehacer docente, al menos por su repercusión social, tomando en consideración las potencialidades que para el aprendizaje ya han sido demostradas. Es la experiencia de tres años de trabajo que compartimos, un ejemplo de lo que ya es posible hacer, específicamente en la promoción del autoaprendizaje y la autogestión del conocimiento por los estudiantes del nivel medio superior y su acercamiento al contexto mexicano.

Los resultados obtenidos aquí pueden ser de referencia para futuras incursiones en este campo, por cuanto se ha conseguido estructurar un software educativo en línea sobre la base de la interactividad como característica fundamental de los medios informáticos, logrando avanzar un paso más allá de los libros electrónicos.

### **1.- Comportamiento emergente**

Hace décadas los científicos estudian cierto comportamiento observable en colonias y enjambres de la biota de bajo nivel de desarrollo como hormigas, aves, moho del fango; notando que a partir de reglas muy simples que cumple cada individuo, se produce un comportamiento complejo del grupo que no resulta de la simple suma de cada uno de los individuales. Tal comportamiento ha recibido el nombre de *emergencia* (Kelly (1991), Resnik (1994), Holland (1999), Kauffman (2003).

Teniendo en cuenta que una de las propiedades de los sistemas es su integridad, consistente precisamente en que la manifestación del todo es superior a la simple suma de sus partes, a los entes en que se observa la emergencia como fenómeno se les denomina **sistemas emergentes**.

Un análisis lógico de lo planteado basado en la jerarquía, presente en todos los sistemas, conduce a reconocer en cada uno de ellos el fenómeno de la emergencia, sin embargo tal circunstancia es cierta solo en determinadas circunstancias. Eso lleva a la necesidad de precisar las particularidades de la emergencia. Johnson (2004) reconoce las siguientes:

- La interacción de vecinos.
- El reconocimiento de patrones.
- La retroalimentación.
- El control indirecto.

Tales particularidades garantizan la adaptabilidad del sistema ante cambios en el ambiente, siempre y cuando estos no sean lo suficientemente intensos como para destruirlo. La adaptabilidad es una manifestación de la autoorganización que se produce en el sistema de manera espontánea y como resultado del comportamiento

individual, es decir sin la necesidad de un líder o de un subsistema de dirección, que es en definitiva lo que distingue esencialmente, de otros, a los sistemas emergentes.

En la actualidad, el desarrollo alcanzado en los estudios acerca de la emergencia han llevado a que puedan ser aplicados en varias esferas de la actividad humana, pero han sido sobre todo fructíferos en el desarrollo de software basados en la inteligencia artificial. Existen robots que trabajan en conjunto sobre la base de software que logran su comportamiento emergente. La expansión de internet y la libertad de participación de los usuarios en la Web han llevado a considerarla como un sistema emergente.

Por otro lado, si examinamos con detenimiento las particularidades de la emergencia, notamos que pueden ser identificadas, bajo ciertas circunstancias, en los procesos de aprendizaje, concretamente en los procesos de autoaprendizaje.

## **2.- El lenguaje de las TIC**

Con la aparición de sistemas operativos basados en la interfaz gráfica de usuario (GUI por sus siglas en inglés) basados fundamentalmente en íconos y menús, que facilitan la comunicación e interacción del usuario con la computadora, se ha venido desarrollando y estableciendo un lenguaje simbólico.

El desarrollo de otros dispositivos electrónicos, cada vez más complejos y multifuncionales, para la comunicación y el procesamiento de la información (TIC) ha propiciado la universalización de este lenguaje de modo que puede afirmarse que las TIC tienen un lenguaje propio, que en correspondencia con los planteamientos de la UNESCO, forma parte de la actualización del concepto de alfabetización UNESCO (1990), UNESCO (2000).

A pesar de ello no se puede entender como acabado. El desarrollo acelerado que las TIC experimentan en la actualidad permite predecir que su lenguaje continuará enriqueciéndose en años venideros.

Es útil apuntar que el lenguaje de las TIC no comenzó con la extensión del uso de las computadoras, sino que su manifestación primigenia puede ser identificada en los dispositivos que utilizan varias entradas para producir varias salidas correspondientes

(cocinas, lavadoras, televisores, radios, grabadoras, etc.), solo que se intensifica con el desarrollo de los medios de cómputo por su versatilidad.

### **3.- Carácter universal de la educación**

Los códigos de la educación son, en mayor o menor medida, del dominio de todas las personas cuya vida transcurre en sociedad. Esto ocurre porque la esencia de la educación es la formación de la personalidad y como función social es tarea de todos sus miembros. Cualquier proceso de interacción social comporta un sentido educativo, entendido este en sentido amplio.

Todos estamos continuamente sometidos a influencias educativas de diferente naturaleza, sean estas espontáneas, científicas o toda la gama de variedades determinadas por el grado de presencia en ella de estas dos modalidades.

La educación adquiere su expresión más científica cuando es llevada a cabo por profesionales especialmente preparados para ello, los pedagogos, y tiene lugar en las diversas instituciones que establece la sociedad.

La vida de las personas con acceso a la educación institucional transcurre, desde la niñez temprana, inmersa en procesos educativos en que las particularidades de su manifestación científica comienzan a ser familiares primero y asimiladas después, propiciando con ello procesos de autoaprendizaje por transferencia de situaciones; aunque también es objeto de enseñanza por parte de los docentes.

Entender la educación en su sentido más amplio, como fenómeno intrínseco de la interacción social es lo que permite entender su carácter universal.

### **4.- La interfaz de autoaprendizaje en software educativos de Física**

En estos momentos se encuentra en elaboración la colección “Futuro – México” producida por la casa editorial Alfaomega, con una de sus sedes en la Ciudad de México.

El bloque de Física de dicha colección ha establecido, como uno de los aspectos de su concepción didáctica, el uso de animaciones o simulaciones interactivas como recursos

multimedia para propiciar el autoaprendizaje del estudiante. Tal decisión es el resultado de:

1. Caracterización de los estudiantes mexicanos que cursan estudios de nivel medio superior en los colegios de bachilleres (COBACH).
2. Conceptualización de las animaciones y simulaciones interactivas como recursos multimedia.
3. Conjunción y concreción de los factores: comportamiento emergente, lenguaje de las TIC y carácter universal de la educación en los recursos antes mencionados.

A continuación se analizará cada uno de estos aspectos.

El estudiante mexicano que asiste a los colegios de bachilleres vive en un ambiente continuamente saturado de publicidad, en la que predominan los colores vivos y contrastantes, propios de la cultura y la idiosincrasia de este país, y se presentan de manera muy dinámica. Estos estudiantes tienen acceso a la tecnología de modo que al menos disponen, como término medio, de un teléfono móvil y una computadora. Los estudiantes mexicanos que asisten a las referidas instituciones escolares no gustan de la lectura, esta actividad les aburre e incluso llega a inquietarlos. Prefieren compartir con las amistades y dedicar largas horas al uso de las TIC en actividades tales como: juego de video (individual o colectivo en línea), intercambio de mensajes utilizando los teléfonos móviles o las redes sociales, visión de videos de las más diversas facturas (películas, videos de you tube, etc.).

Tales aspectos de la caracterización determinaron que el texto del software se redujera al mínimo dejando la predominancia a los elementos multimedia que hacen de la plataforma un hiper-entorno de aprendizaje. Con tal propósito quedaba por definir el aspecto medular consistente en cómo aprendería el estudiante si no se le ofreciera una exposición construida de manera exhaustiva y lógica de los contenidos. La decisión se basó en las potencialidades de interactividad del usuario con la computadora. Fueron definidos en este sentido dos recursos que cargarían con la mayor parte de la función de promover el aprendizaje en el estudiante: las secuencias interactivas y las animaciones interactivas.

Se denomina secuencia interactiva a *“la propuesta de flujos de información caracterizados por la aparición paulatina de información de carácter multimedia y la toma de decisiones por parte del usuario como condición para dar continuidad al discurso”* (Labañino, 2011, p.12).

Se denomina animación interactiva a *“la secuencia de ilustraciones en formato digital que al ser presentada de manera continua provocan la sensación de movimiento. La animación interactiva puede ser parametrizada o no”* (Labañino, 2011, p.2). La parametrizada contiene una serie de variables predefinidas y sus valores pueden ser elegidos y cambiados por el usuario según sus decisiones.

Estas dos modalidades de interactividad se han entendido en el sentido en que las definen Shannon y Weber, que se produce tanto directamente entre el usuario y la máquina como entre los hombres mediada por la máquina; de modo que si analizamos este planteamiento a la luz de la teoría sociocultural los recursos interactivos, por su contenido, tienen una función mediadora.

Sin embargo, queda siempre por parte del usuario la opción de cuál decisión tomar ante la posibilidad de interactividad. En las animaciones interactivas parametrizadas eso significa que tiene la posibilidad de cambiar las entradas, provocando con ello cambios en las salidas. La observación detenida y reiterada de la correspondencia de los cambios entre entradas y salidas permite su reflexión y la formulación por él de conjeturas.

Tal producto se diferencia significativamente de otros de su clase que presentan los contenidos con una amplia carga textual acompañada de, eso sí, excelentes recursos multimedia que ilustran o fijan dicha información.

Los recursos multimedia referidos han sido elaborados teniendo en cuenta los conocimientos precedentes de Física y Matemática que tienen los estudiantes; de modo que, en la mayoría de los casos, se presentan sin instrucciones. Aquí es donde actúan en conjunto los tres factores con que iniciamos este artículo.

Al ver la ventana que muestra el interactivo, los estudiantes tratarán de identificar sus partes, tanto de contenido como de operación referentes al lenguaje de las TIC. De

manera emergente interactuará con él produciendo entradas para averiguar salidas, de modo que durante esta interacción espontánea el usuario pueda familiarizarse con el funcionamiento del interactivo. Pero la emergencia no solo se manifiesta en eso, sino también en la consulta al compañero de la estación de trabajo vecina o en pantalla, mediante la conexión a través de internet, intercambiando o localizando información en pos del resultado de aprendizaje ya referido para esta etapa, entre otras acciones.

Con el objetivo de potenciar didácticamente la función de familiarización con el interactivo, se ofrece inmediatamente antes que él en la página web que se le dedica, una situación problemática que, por asociación de contigüidad (de nuevo la emergencia), inferirá poder ser resuelta con ese recurso, que ahora es percibido como herramienta.

Una vez que el usuario se ha familiarizado con el funcionamiento del recurso se le ofrece una serie de problemas<sup>1</sup>. Para su solución debe acudir al interactivo, de modo que si antes lo supuso herramienta, ahora se convence de ello y mediante la solución de esos problemas, cuidadosamente planteados, puede llegar a establecer y comprobar conjeturas.

¿Qué se tiene entonces?, una situación problemática a la que le sigue un interactivo, que sin instrucciones previas, solo mediante la emergencia, aprenderá a manipular; seguido de una serie de problemas que le harán utilizar el interactivo para resolverla, y el proceso que incentivado por ello seguirá el estudiante irá cargado de formulación y comprobación de conjeturas.

Para la comprobación de las conjeturas se ha diseñado una serie de mensajes reflexivos por ítem de modo que el estudiante, si no logró una conjetura correcta por su contenido mediante la interacción con el interactivo, podrá obtener niveles de ayuda y aprender también de los errores.

Para ilustrar la concepción didáctica referida, presentaremos el interactivo “Formas de transferencia del calor” diseñado para el tema: Temperatura y calor.

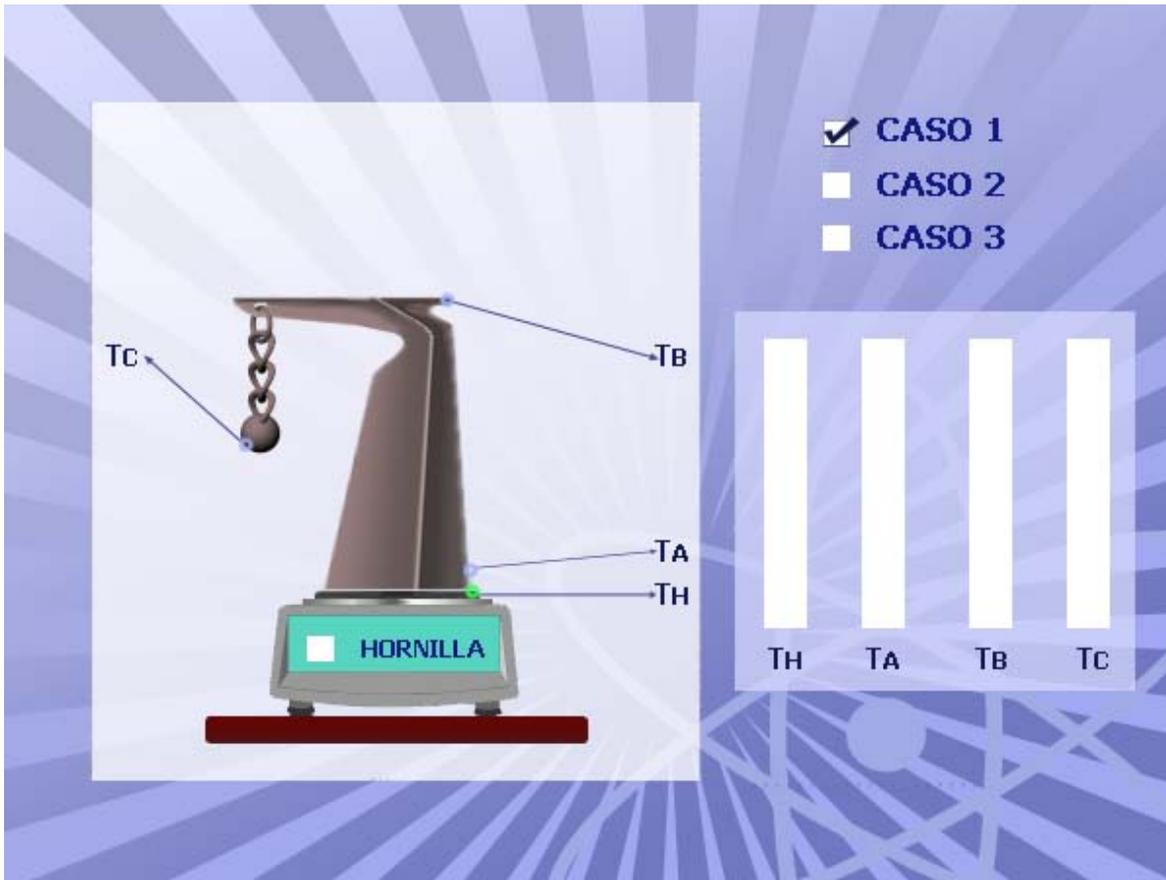
---

<sup>1</sup>Se supone que la tarea se subjetiviza como problema si el aprendizaje de los contenidos tratados no se ha producido, solo así tiene sentido hablar de autoaprendizaje.

### Situación problemática:

Supón que te han pedido diseñar el sistema de enfriamiento para el CPU de una computadora de escritorio. ¿Podrás proponer una variante a considerar?

### Animación interactiva:



En la imagen que se ofrece ya aparece una acción ejecutada por el usuario que consiste en marcar el caso 1, de modo que se pueda apreciar mejor el funcionamiento del interactivo. Seguidamente, al marcar la hornilla, se está indicando con ello su encendido y el cuerpo sobre ella comienza a calentarse al tiempo que las barras de la derecha van indicando la variación de la temperatura en cada punto señalado en la imagen. El presentado en la imagen (caso 1), es el caso de la conducción, el caso 2 corresponde a la convección y el caso 3 a la radiación. En cada uno de ellos, el cuerpo sobre la hornilla y la presentación de la situación cambia.

Los problemas que debe resolver el estudiante en este caso son los siguientes:

Recibido: 15 de septiembre de 2013  
Aprobado: 10 de diciembre de 2013

1. Desplaza la palabra al espacio en blanco que le corresponda.

CONDUCCIÓN	CONVECCIÓN	RADIACIÓN
------------	------------	-----------

- a) La \_\_\_\_\_ es la forma de transferencia de calor que se basa en el desplazamiento de sustancia en el interior del cuerpo formando una corriente.
- b) La \_\_\_\_\_ es la forma de transferencia de calor que se basa en la transmisión de la energía cinética del movimiento de las partículas hacia las vecinas, sean éstas del mismo cuerpo o de otro en contacto con él.
- c) La \_\_\_\_\_ es la forma de transferencia de calor que se basa en la emisión de ondas electromagnéticas que se propagan tanto en algunos materiales como en el “vacío”.

2. Selecciona las respuestas correctas.

- a) \_\_\_\_ Si se desea transmitir calor de un cuerpo a otro y no están en contacto, es necesario que entre ellos exista alguna sustancia.
- b) \_\_\_\_ Para transmitir el calor por convección de forma eficiente es necesario colocar la fuente de calor debajo.
- c) \_\_\_\_ La conducción se basa en el desplazamiento de sustancia en el interior del cuerpo.
- d) \_\_\_\_ La convección se basa únicamente en la transmisión de energía sin el desplazamiento de sustancia.
- e) \_\_\_\_ En la radiación solo se transmite la energía de un cuerpo a otro sin necesidad de que estén en contacto ni que entre ellos exista otra sustancia.
- f) \_\_\_\_ En los cuerpos sólidos no es posible la convección porque las partículas interactúan con fuerzas tales, que solo les permite vibrar y no pueden moverse libremente.

3. Completa la tabla siguiente.

Forma de transferencia del calor al cuerpo	Estado de agregación del cuerpo (o la parte de él) al que es posible la transmisión de calor	Necesidad de un medio trasmisor cuando la fuente de calor y el cuerpo están separados
Conducción	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Convección	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
Radiación	<input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> Líquido <input type="checkbox"/> Gaseoso	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

4. Mueve cada una de las imágenes a la casilla correspondiente en dependencia de la forma de transmisión del calor que predomina en ellas.

1. Una tortilla en el microondas. (Fotografía)
2. Una sartén en la estufa. (Fotografía)
3. Caldo de pollo en una cazuela sobre la hornilla. (Fotografía)
4. Una persona toma sol tumbada en la arena de la playa..(Fotografía)
5. Una persona que hurga entre las brasas de la chimenea con un atizador. (Fotografía)
6. El enfriamiento de una habitación por un climatizador. (Fotografía)
7. El planchado de la ropa con plancha eléctrica.(Fotografía)

8. Calentador solar para agua. (Fotografía)

<b>CONDUCCIÓN</b>

<b>CONVECCIÓN</b>

<b>RADIACIÓN</b>

El primer problema va dirigido a la definición del concepto de cada una de las formas de transferencia de calor, el segundo a aspectos característicos de su manifestación, el tercero a la sistematización de dos aspectos importantes: el estado de agregación y la necesidad de un medio para que ocurra, por último, el cuarto va a fijar el concepto al ser reconocido en situaciones cotidianas.

**5.- Ilustración de la validación del recurso interactivo y reconstrucción**

Este recurso interactivo, con los problemas que lo acompañan, no fue la versión primera que se elaboró, es la versión final después de ejecutar tres rondas con 64 estudiantes. En cada ronda se seleccionaron 4 estudiantes que ya habían recibido el contenido, y 12 que no lo habían recibido, de estos últimos, según la caracterización de su profesor de Física, 4 aventajados, 4 de grado de asimilación promedio y 4 de grado de asimilación bajo. En cada ronda se cuantificaron los siguientes indicadores:

1. Dominio del funcionamiento de cada parte del interactivo ante una tarea sencilla.
2. Éxito logrado en la solución de los problemas propuestos usando el interactivo.

La rúbrica seguida fue la siguiente:

FUNCIONAMIENTO	
BIEN	MAL
Establece con éxito la función de cada parte del interactivo.	No logra desentrañar el funcionamiento de al menos una de las partes del interactivo.
Establece con éxito relaciones entre el funcionamiento de cada una de las	No logra establecer al menos una de las relaciones posibles entre las

partes.	partes del interactivo.
---------	-------------------------

Los 4 y los 12 restantes de cada ronda se sometieron a experimentación en grupos separados pero con acceso libre e individual a internet.

ASIMILACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS			
Entiende el enunciado del problema	Bien	Regular	Mal
Entiende la orden para ofrecer su respuesta			
Calificación de la respuesta			

Aparte y a cada estudiante se le sometió a una sesión de preguntas orales con el objetivo de constatar el resultado del aprendizaje. Las preguntas fueron diversas ajustándose a cada caso.

A pesar de que se hicieron tres modificaciones del recurso interactivo y de la secuencia de problemas, persistieron dificultades en la asimilación de los conocimientos por parte de los estudiantes. Las dificultades estuvieron relacionadas con el inductivismo al identificar el fenómeno con una de sus manifestaciones: la presentada en el interactivo. Les era difícil enunciar la definición a pesar de ser capaces de transferirla a situaciones cotidianas, es decir se afecta el conocimiento teórico.

Tales resultados indican, que si bien el alumno puede aprender de manera independiente el contenido presentado, para que tenga la calidad necesaria deben existir otras interacciones del alumno con él y en particular la presencia del docente.

## CONCLUSIONES

Es posible el autoaprendizaje de los alumnos a partir de la formulación de conjeturas sobre la base de la solución de problemas usando como herramientas animaciones y secuencias interactivas.

Es posible construir interactivos sin la necesidad del uso de instrucciones o con instrucciones mínimas si consideramos: el comportamiento emergente que se pone de

manifiesto durante el autoaprendizaje, el dominio del lenguaje de las TIC por el estudiante y el carácter universal de la educación.

Tal concepción didáctica puede afectar el aspecto teórico del aprendizaje provocando en el estudiante un inductivismo empirista por lo que debe ser complementada con otras acciones y en el mejor de los casos con la presencia del maestro.

A pesar de las imperfecciones observadas en el aprendizaje de los estudiantes sometidos a prueba, y teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado hasta la fecha por la informática al servicio de la educación, la propuesta se considera de avanzada en cuanto al autoaprendizaje y autogestión del conocimiento con relación a las otras más cercanas a un libro electrónico.

### **Referencias Bibliográficas**

Holland, John H. (1999). *Emergence From Chaos To Order*. Washington DC: Basic Books.

Johnson, Steven (2004). *Sistemas emergentes. O qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. Madrid: Ediciones Turner/Fondo de Cultura Económica.

Stuart (2003). *Investigaciones: complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general*. Chicago: Tusquets Editores.

Kelly, George (1991). *The Psychology of Personal Constructs*. London: Routledge.

Labañino, C. Glosario de términos para el software "Futuro – México" (en formato electrónico).

UNESCO (1990). Meeting basic learning needs: a vision for the 1990s. Background document. World conference on education of all. Jomtien, Thailand. Inter-Agency Commission, New York.

Resnik, Mitchel.(1994). Turtles, termites and traffic jams. Explorations in massively parallel microworlds. Cambridge: The MIT Press,.

UNESCO (2000). Foro mundial sobre la educación. Informe final. Dakar, Senegal. UNESCO, Francia.