

nos provee, ahora, de significados para crear ambientes de aprendizaje a lo largo de la vida.

Uno de los cambios más significativos que se prevé para el ejercicio docente, es la incorporación generalizada de la tecnología asistida electrónicamente a la educación. Si ello se logra, traerá consigo un impacto muy importante en todos los renglones del ámbito pedagógico

CAPITULO II. FORMAS DE COMUNICACIÓN ELECTRONICA QUE ASISTEN AL APRENDIZAJE

El análisis de la educación conduce irremediablemente a revisar los procesos de aprendizaje; estos procesos han sido estudiados por diversos autores y a través de diversas corrientes y posiciones. En especial me referiré, en este apartado, a las teorías que respaldan el aprendizaje en el ámbito de la comunicación educativa asistida electrónicamente.

Dichas teorías conocidas como computacionales, se desarrollan en el marco del cognocitivismo aunque ellas, en específico, dan respuesta a los problemas que se gestan en el aprendizaje asistido por computadora.

La generación y el crecimiento de estas teorías computacionales, suponen un nuevo y necesario campo para el estudio de los efectos de esta reciente práctica

incorporada al aprendizaje. La práctica es, sin duda, un elemento necesario para la formación de conceptos. Pero, en ningún caso, es suficiente. La práctica mejora y consolida la ejecución, pero no la modifica. El estudio de los efectos de la práctica está también relacionado con el interés de las teorías computacionales por la adquisición y automatización de destrezas. Esto es importante porque una parte de la conducta conceptual es, a menudo, automática.

Además de los efectos de la práctica y los procesos de automatización, las teorías computacionales han desarrollado, con notable precisión, los mecanismos de ajuste de concepción mediante generalización y diferenciación en el aprendizaje. Han mostrado cómo un sistema de procesamiento, sea humano o artificial, puede ir afinando su conocimiento a las demandas de la realidad. Sin embargo, para que el sistema ajuste sus conceptos deberán estar insertos en él. Los sistemas computacionales son incapaces de explicar el origen de esos conocimientos, ya que en última instancia, como se sabe, un sistema computacional no tiene conocimiento sino que sólo procesa mecánicamente la información. Ello hace que en ciertos contextos restringidos *ab initio* por programa, el sistema pueda ajustar sus conceptos. Pero dado que el sujeto computacional carece de organización interna y, como consecuencia de ello, de capacidad real de comprensión, el aprendizaje computacional es más aparente que real. Sólo se produce en tareas extremadamente restringidas. Ello explica la aparente contradicción entre las críticas a la capacidad del procesamiento de información para proporcionar una teoría del aprendizaje y la aparición de numerosos informes y publicaciones sobre <<máquinas que

aprenden>>. Es cierto que los computadores pueden aprender, pero solo en un sentido un tanto trivial ya que pueden fortalecer, e incluso modificar algo sus reglas, pero en condiciones muy limitadas. Básicamente, los programas que aprenden son sistemas expertos en un dominio muy específico, a diferencia del sujeto humano que tiene conocimiento en muchas áreas a la vez y éste es susceptible de modificarse a corto plazo y con propósitos muy específicos previa y externamente definidos, ya que está aprendiendo a lo largo de toda su vida como resultado de necesidades, intereses y motivaciones diversas.

Inicialmente estas teorías consideraban al aprendizaje como un <<procesamiento de información>>y los primeros modelos partían de sistemas de procesamiento dotados de una gran capacidad sintáctica general que permitía, supuestamente, enfrentarse a cualquier tarea sin necesidad de un conocimiento específico. Pero este supuesto resultó erróneo ya que además de una capacidad sintáctica, los sistemas de procesamiento, sean artificiales o humanos, necesitan una cierta cantidad de conocimientos específicos para enfrentarse a un problema complejo <<semánticamente rico>>¹⁹

El hecho de tener que cargar de contenidos semánticos a los sistemas expertos, plantea la necesidad, no sólo teórica sino también técnica, de proporcionarles una cierta capacidad para adquirir esos conocimientos. De esta forma el aprendizaje se constituye en un problema relevante para la ciencia cognitiva. Desde un punto de vista teórico, es necesario postular mecanismos que expliquen la adquisición de esos conocimientos por los sistemas humanos

¹⁹ Bhaskar, R y H.A. Simon. "Problem Solving in Semantically Rich Domains: An example from Engineering Thermodynamic. En *Cognitive Science*, Vol 1, pp. 192-215.

de procesamiento, y es necesario, asimismo, dotar a las computadoras de la capacidad para adquirir, por sí mismas, conocimientos complejos, incluidos los conceptos.

Algunas de las teorías computacionales se desarrollan en el ámbito de la inteligencia artificial, por ejemplo las de Bolc, de Michalski, Carbonel y Mitchel, mientras que otras tiene un origen psicológico, como son las de Anderson, Holland y Cols., Rumelhart y Norman. La diferencia reside en que mientras la inteligencia artificial sólo se preocupa por que los sistemas funcionen, sin buscar su compatibilidad con los datos psicológicos, las otras, respetando los límites de la metáfora computacional, intentan ser psicológicamente relevantes, adecuándose a los datos que se conocen sobre el procesamiento humano de información; aquí se intenta que estas últimas expliquen los datos psicológicos relevantes sobre el aprendizaje perceptivo,²⁰ de destrezas, o de conceptos.²¹

Por último, algunas teorías computacionales intentan, incluso, adecuarse al ámbito de la neurofisiología humana.²²

Las teorías computacionales que para efectos del presente trabajo cobran importancia, son aquellas que se aplican a la adquisición de significados mediante un sistema de procesamiento computarizado; de entre ellas, las más relevantes son: a) la del "enfoque sintáctico"; b) la "teoría de las esquemas;" c) la "teoría pragmática de la inducción".

²⁰ Rumelhart, D.E. y A.Ortony. "Feature Discovery by Competitive Learning". En *Cognitive Science*, Vol.9, pp.75 -112.

²¹ Anderson, J.R., P.J.Kline y Beasley "A General Learning Theory and its Application to Schema Abstraction." En G.R. Bowr (Ed) *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol. 13, pp. 124-201

²² Rumelhart, D.E., James L. McClelland y Grupo de Investigación PDP (Parallel Distributed Processing). "Explorations". En *The Microstructure of Cognition*, Vol.2, pp. 45-92.

a) La Teoría del enfoque sintáctico. Ésta se relaciona con el aprendizaje basado en el desarrollo del sistema computacional ACT (**Adaptive Control of Thought: Control adaptativo del pensamiento**) desarrollada por John R. Anderson, constituye posiblemente el más ambicioso y completo intento de elaborar una teoría psicológica general y unitaria, desde los supuestos computacionales de la ciencia cognitiva. Ante todo, el ACT es una teoría unitaria del procesamiento de información, ya que la idea básica que en ella subyace, es que todos los procesos cognitivos superiores como memoria, lenguaje, solución de problemas, imágenes, deducción e inducción, son manifestaciones diferentes de un mismo sistema subyacente.²³ Por lo tanto, los mecanismos de aprendizaje están en el ACT estrechamente relacionados con el resto de los procesos, especialmente con la forma en que se representa la información en el sistema.

La teoría del control adaptativo del pensamiento no es una teoría sino una familia de teorías que se suceden en el tiempo. A partir del sistema de memoria asociativa, Anderson ha ido elaborando versiones de su propia teoría, y dichas versiones se fueron flexibilizando, poco a poco, de forma tal que ha sido posible iría adecuando, cada vez más, a los datos y a los conocimientos psicológicos actuales. La última versión de la teoría del ACT está totalmente traducida a un programa de computadora.

El ACT es un sistema de procesamiento compuesto por tres memorias relacionadas: 1) Una memoria declarativa (contiene conocimiento descriptivo

²³ Anderson, J.R. "Knowledge Compilation: The General Learning Mechanism". En R. Michalski, J. Carbonell (Eds). *Machine Learning*, pp. 1-12.

sobre el mundo; es el saber y no implica forzosamente una acción. Está organizada en forma de red jerárquica o una jerarquía enmarañada; esta jerarquía se compone de unidades cognitivas o nodos y eslabones entre esos nodos. Anderson distingue tres tipos de unidades cognitivas o nodos en la memoria declarativa con propiedades diferenciadas: cadenas temporales, imágenes espaciales y proposiciones. 2) Una **memoria de producciones** procedural, que contiene información para la ejecución de las destrezas que posee el sistema; es el saber cómo. Consta de varios procesos alternativos: codificación, actuación emparejamiento, ejecución, etcétera, que adoptan la forma de un condicional <<si...entonces>>. En él, las producciones no suelen almacenarse aisladamente. Para que el conocimiento que contiene sea eficaz deben encadenarse unas a otras del tal forma que la acción de una producción satisfaga la condición de la siguiente.

La activación puede proceder bien de los estímulos externos o bien del propio sistema como consecuencia de la ejecución de una acción. Se considera que el proceso de activación es continuo. La activación mide lo estrechamente asociada que una pieza de información está con respecto a la información actualmente asociada. 3) Una **memoria de trabajo** que es la acción que debe realizarse al satisfacerse la condición.

La ACT propuesta por Anderson²⁴ está basada en tres estadios sucesivos, es decir, considera que toda destreza o concepto adquirido debe pasar por tres fases: interpretación declarativa, compilación y ajuste. Dado que esta teoría es, en esencia, una teoría de aprendizaje procedural o por la acción, está enfocada

preferentemente hacia la adquisición de destrezas. Pero estas deben entenderse en un sentido amplio. Esta teoría tiene su antecedente en el principio didáctico de <<aprender haciendo>> y, en general, se aplica en múltiples destrezas, especialmente en las relacionadas con la solución de problemas referidos a los diversos contenidos de aprendizaje.

b) La segunda teoría, la “teoría de los esquemas,” está planteada a partir de un enfoque racionalista y constructivista de corte semántico. Ésta se basa en el concepto de esquemas y se remonta a Bartlett (1932, 1958)²⁵ en tanto arriba a conceptos de la memoria que forman un esquema, el cual provee de una estructura para entender y recordar la información. Este concepto fue recuperado por Piaget en las teorías de la psicología cognitiva.

El concepto contemporáneo de esquema tiene un origen computacional y, más concretamente, se desprende de los estudios sobre estudios de psicolingüística e inteligencia artificial; según Minsky,²⁷ debe tener no sólo una considerable potencia sintáctica sino también un componente semántico. Por ejemplo, si se quiere diseñar un programa que comprenda textos, no basta con incorporarle un conocimiento sintáctico y un léxico general sino que el programa ha de tener también una cierta cantidad de conocimientos específicos sobre la temática del texto presentado. Esos conocimientos constituyen los esquemas del sistema de procesamiento.

²⁴ Anderson, J.R. “Acquisition of Cognitive Skill”. En *Psychological Review*, Vol 89, pp. 369-406.

²⁵ Bartlett, F.C. (1932) *Remembering. An Experimental and Social Study*, p.112.

²⁶ Bartlett, F.C. *Pensamiento un estudio de psicología experimental y social*, pp. 35-49.

²⁷ Minsky, M.L. *Semantic Information Processing*, pp.50-72.

Según David Rumelhart, ²⁸ un esquema es una estructura de datos para representar conceptos genéricos almacenados en la memoria. Por ello, la teoría de los esquemas puede considerarse como una teoría de la representación y utilización de los conceptos almacenados en la memoria. Se trata, al igual que sucediera con el ACT, de una teoría general del procesamiento.

Inicialmente fue utilizada para la comprensión de textos, posteriormente para la representación de hechos o para el reconocimiento de patrones visuales.

Este mismo autor sostiene que la teoría de los esquemas se ocupa, de un modo general, de cómo se representa el contenido y cómo se usa dicho conocimiento una vez almacenado. La unidad básica del procesamiento está constituida por los esquemas consistentes en <<paquetes de información>> sobre conceptos genéricos. Los esquemas no están atomizados. Un esquema contiene, como parte de su especificación, una red de interrelaciones que se cree normalmente existen entre los constituyentes del concepto en cuestión. Cada vez que se actualiza un esquema existen ciertos rasgos diferenciales que, sin embargo, no dificultan la aplicación del mismo. Los esquemas se pueden considerar como conceptos prototípicos.

Analizando, podemos establecer características fundamentales de los esquemas como sistemas de reproducción; de entre ellas sobresalen las siguientes:

- Los esquemas presentan variables.
- Los esquemas pueden incorporarse unos a otros.

²⁸ Rumelhart, David. "Schemata The Building Blocks of Cognition". En R. Spiro B., Bruce y W. Breves (Eds.). *Theoretical Issues in Reading Comprehension*, pp.110-123.

- Los esquemas representan conceptos genéricos que varían en sus niveles de abstracción.
- Los esquemas representan conocimientos más que definiciones
- Los esquemas pueden organizar jerárquicamente el conocimiento, en donde las unidades más globales pueden subdividirse, a su vez, en otras más simples que serían, según la terminología semántica, sus referentes.

A diferencia de los mecanismos de aprendizaje postulados en el ACT, la teoría del aprendizaje de esquemas no tiene, en su origen, una fundamentación empírica sino lógica; de ahí se desprende que el aprendizaje de los esquemas carezca de la precisión y coherencia teórica que propicia la teoría ACT.

Según Rumelhart,²⁹ desde un punto de vista lógico pueden distinguirse tres tipos de aprendizaje, de acuerdo con la teoría de los esquemas:

1) **El aprendizaje por crecimiento.** Éste se logra por la acumulación de nueva información en los esquemas ya existentes <<bases de datos>>. Las leyes que rigen este crecimiento son básicamente asociativas, el mecanismo en que se basa es la copia parcial que cubre los valores y define constantes; sus estrategias de aprendizaje se basan en sistemas de memoria y, generalmente, se miden con base en respuestas cortas.

2) **El aprendizaje por ajuste.** Éste consiste en la modificación o evaluación de los esquemas -variación en el campo de la activación- y se basa en los mecanismos de modificación de valores ya sea por defecto, generalización o especialización; el ajuste es un producto de la práctica y tiene, como consecuencia, la modificación del campo de aplicación de un esquema. En éste

se puede dar la comprensión súbita. Su estrategia de aprendizaje se basa en la reflexión basada en el uso de analogías, metáforas, diálogos y sus formas de evaluación son a través de pruebas conceptuales, preguntas que exigen inferencias o solución de problemas.

3) El aprendizaje por reestructuración. Éste consiste en la formación de nuevos esquemas a partir de los ya existentes y se basa en los mecanismos de generación por analogía o inducción y por contigüidad; tiene como propósito afinar las destrezas existentes, a fin de eficientarlas. Su estrategia de aprendizaje está basada en la práctica y su forma de evaluación consiste en someterla a parámetros de rapidez, fluidez y actuación bajo presión.

c) Teoría pragmática de la inducción. Esta tercera teoría computacional del aprendizaje, con enfoque principalmente práctico, trata de fundamentar el aprendizaje inductivo basado en los supuestos de la computación. Asume que el problema central de la inducción es especificar las restricciones del pensamiento, para asegurar que las inferencias efectuadas por el sistema cognitivo tenderán a ser relevantes.

Si bien, desde el punto de vista de su construcción, todo modelo computacional es puramente sintáctico, es posible simular, mediante modelos, los objetivos y metas del sistema en su interacción con el entorno.

Los modelos mentales están compuestos por series de reglas o sistemas de producción, se basan en la idea de que los sistemas cognitivos construyen modelos de las situaciones con las que interactúan, lo que permite, no solo interpretarlas sino también realizar predicciones a partir de ellas.

²⁹ Ibidem, p.127.

Los modelos mentales difieren de los esquemas en que mientras estos últimos constituyen representaciones estables, la teoría de los modelos mentales se construyen en ocasión de cada interacción concreta.^{30 31}

Los modelos mentales desarrollados por Holland y colaboradores,³² están formados por conjuntos de reglas que a su vez son sistemas de producción relacionados y activados simultáneamente. Esas reglas consisten en producciones o pares de ideas que conllevan a la condición-acción y en términos generales son similares a las empleadas por Anderson. Esas reglas son los ladrillos con los que se construyen los conocimientos del sistema. Tanto la condición como la acción de la regla, pueden estar compuestas por varios elementos. Se distinguen dos tipos fundamentales de reglas: empíricas e inferenciales. Las reglas empíricas representan el conocimiento sobre el mundo y, a su vez, se dividen en los siguientes tipos:

- Reglas sincrónicas. Representan la información descriptiva típica de la memoria semántica y pueden ser categóricas, cuando informan sobre relaciones jerárquicas entre categorías y son la base de los juicios de identificación de concepto; y asociativas, cuando relacionan conceptos no vinculados jerárquicamente.
- Reglas diacrónicas. Informan sobre los cambios que se pueden esperar en el entorno si se satisfacen sus condiciones; pueden ser reglas predictivas, cuando

³⁰ Gentner, Dedre y Albert L. Stevens (Eds). *Mental Models*, pp. 193-225.

³¹ Johnson Laird, Phillip Nicholas. *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*, pp. 407-456.

³² Holland, JH, K.J. Holyoak y R.E. Nisbett. *Induction. Processes of Influence, Learning and Discovery*, p.25.

proporcionan una expectativa y, efectivas, cuando causan una acción por parte del sistema.

Las reglas compiten entre si para ser activadas. En esa competencia triunfarán aquellas reglas que: a) proporcionen una descripción de la situación actual(emparejamiento); b) tengan una historia de utilidad en el pasado para el sistema (fuerza); c) produzcan la descripción más completa (especificidad), y d) tengan la mayor compatibilidad con otra información activa en ese momento (apoyo) .³³ La fuerza de una regla depende de la frecuencia y el éxito con que haya sido ejecutada anteriormente.

Según Holland,³⁴ el sistema, asimismo, debe realizar tres tareas inductivas básicas: 1) evaluar y perfeccionar las reglas disponibles; 2) generar nuevas reglas; y 3) formar asociaciones y racimos de reglas con el fin de crear estructuras de conocimientos mas amplias. Estas tres tareas deben, sin embargo, lograrse mediante dos únicos mecanismos inductivos: El refinamiento de las reglas y la generación de ellas por el sistema. El primero consiste en una reevaluación constante de la fuerza de las propias reglas en función de sus éxitos y fracasos; el segundo, da lugar a conceptos nuevos mediante la activación de sus reglas inferenciales o mecanismos inductivos.

Prácticamente todas las inferencias inductivas pueden considerarse, en un sentido, como generalizaciones o como especializaciones³⁵.

³³ *ibidem*, p.46

³⁴ Holland, J.H. "Escaping Brittleness: The Possibilities of General Purpose Machine Learning Algorithms Applied to Parallel Rule-Based Systems". En R.S. Michalski, y otros. (Eds.). *Machine Learning : An Artificial Intelligence Approach*, Vol.2, pp. 60-64.

³⁵ *Ibidem*, p.65.

Holland y Cols. aplican su teoría del aprendizaje de reglas a diversos tipos de tareas. Un programa de computadora actualizado, de acuerdo con su teoría, replica fenómenos de aprendizaje, revisa la formación de categorías al razonamiento analógico, forma modelos mentales con respecto al mundo físico y social o incluso con respecto al descubrimiento científico. Sin embargo, para estas tareas complejas aún no se han desarrollado programas específicos de computadora, sino únicamente intuiciones teóricas.

De acuerdo con Holland y Cols., ³⁶ la formación de categorías o conceptos depende del establecimiento de relaciones y asociaciones entre reglas mediante los procesos inductivos. Un concepto es un racimo de reglas organizadas en una jerarquía defectiva. El sistema tiende a asociar aquellas reglas que se activan juntas (relación sincrónica) o sucesivamente (relación diacrónica). Un concepto se basa en relaciones sincrónicas entre reglas que comparten un elemento común entre sus condiciones. Cuando otra regla contenga ese mismo elemento, en su acción se acoplará a las anteriores ya que su ejecución satisfará las condiciones de las otras reglas. El elemento común a todas esas reglas se convertirá en la etiqueta del concepto.

Hasta aquí, hemos revisado tres teorías que pueden fundamentar el aprendizaje por computadora según la práctica a la que uno desee adherirse; no obstante lo anterior, cualquier teoría computacional del aprendizaje asistido electrónicamente, independientemente de su enfoque específico, está ligada a la noción básica de mediación en el aprendizaje. La mediación, es una forma no presencial de comunicación, que puede utilizar cualquiera o diversos

instrumentos (teléfono, fax, correo electrónico, televisión, etc.) con el fin de procurar la comunicación entre dos personas; y que, en el marco de las teorías computacionales del aprendizaje, sirve para lograr una eficaz comunicación educativa que conduzca, finalmente, al aprendizaje.

La comunicación educativa mediada por computadora, al igual que las conversaciones presenciales, puede ser sincrónica cuando se encuentran presentes a un tiempo las dos personas que se intercomunican entre sí, o asincrónica, cuando una de las dos personas deja grabado su mensaje y su otro interlocutor, lo revisa posteriormente, y así sucesivamente. A su vez se pueden clasificar en interpersonales -entre dos personas- o multipersonales, cuando varias personas intervienen en el proceso intercomunicacional.

Las conversaciones mediadas pueden permitir, inclusive, diversos aspectos de proyección emocional; pueden ser amigables; o de carácter oficial o de negocios o prioritariamente educativas. En los tipos de comunicación mediada, se puede y se da el caso, frecuentemente, de que los que intervienen en estos procesos no lleguen nunca a conocerse personalmente. Estas formas de comunicación mediadas presentan nuevos rituales y es posible que de ellas se deriven nuevos paradigmas en las formas de relación humana.

Dichas formas de comunicación mediada, aún no se han estudiado lo suficiente en el ámbito pedagógico, a pesar del incremento en su uso y sus ya evidentes impactos sobre el aprendizaje. Estas formas alternas de comunicación han propiciado conceptos tales como: "sociedad electrónica" o como "cultura

³⁶ Ibidem, p.68.

mediada por la computadora”, que están obligando a repensar en nuevos términos el ámbito de las relaciones sociales.

Con base en lo anteriormente expuesto, los siguientes apartados tienen, como propósito, exponer las principales formas de comunicación electrónica que asisten al proceso de aprendizaje. Ello nos permitirá no sólo adentrarnos paulatinamente en el tema y en sus posibilidades reales, sino establecer los debidos vínculos con las teorías anteriormente expuestas.

2.1 El Software Educativo

Una de las bases que sustentan el desarrollo del aprendizaje asistido electrónicamente, es el llamado software educativo, que es lo que en pedagogía se consideraría como un tipo de programación educativa descriptiva y en el que se incluyen elementos de autoevaluación.

Para elaborar el software se utilizan los llamados lenguajes computacionales y que constituyen la base para programar y que consisten en un conjunto de reglas y convenciones usadas para conducir la información; generalmente estos lenguajes se seleccionan de acuerdo con los variados tipos de problemas a resolver o los procedimientos a aplicar. Las instrucciones se dan a la computadora usando letras convenientes, símbolos o números.

La programación educativa se puede desarrollar mediante una programación lineal de información, o bien interactiva, en cualquier aplicación de multimedia y de Internet. Cabe señalar que el software educativo, se desarrolla paralelamente al software natural de la computadora, y que uno de los problemas al que debe enfrentarse el usuario es lograr la compatibilidad entre ambos.

El software se clasifica, de acuerdo con su uso, como:

- El software como procesador de palabras. Es el programa más usual, y sirve para redactar constituyéndose éste como la forma actualizada de la máquina de escribir; hoy en día existen múltiples accesorios que ayudan a la función de escribir tales como: el diccionario ortográfico, el subrayado de textos, la posibilidad de inserción de tablas, gráficos, bases de datos, los que generalmente vienen comprendidos dentro del propio procesador de textos.
- El software como editor. Es aquel programa usado para revisar y alterar material de textos y otras instrucciones de programas de modo interactivo.
- El software utilizado como ordenador para la administración. Son aquellos programas que desarrollan y facilitan los procesos administrativos, en especial las funciones de archivos o funciones rutinarias, como elaboración de nóminas, o bases de datos de calificaciones.
- El software de Implementación de redes. Es aquel programa que apoya la interconexión de sistemas y sus sistemas periféricos en sitios dispersos y que facilita el intercambio de datos o archivos entre diversos sistemas.
- El software de sistemas expertos. Es aquel programa que se especializa en algunas funciones tales como el programa para diagnóstico médico, los programas estadísticos, los programas para el laboratorio, medición o matesiometría. En muchos casos estos programas se interconectan con otros, constituyendo así sistemas complejos y de múltiples interrelaciones.
- Los Softwares para el aprendizaje. Son los programas que se diseñan con base en las diversas corrientes de la tecnología educativa y que se encuentran organizados a fin de lograr diversos tipos de aprendizaje en los educandos. Existen de diversos niveles, por edades, por grados educativos, por materias, por especialidades.

El software educativo tiene, como propósito general, conducir el aprendizaje con base en los diversos principios de la didáctica general o especial.

Suele clasificarse de la siguiente manera:

0) **El software instruccional.** Es el que conduce a un proceso de aprendizaje que directamente involucra a la computadora para la presentación de materiales de enseñanza interactivos, con el fin de proveer y controlar el medio individualizado para cada estudiante en particular. Puede contener ejercicios, prácticas; preguntas y respuestas; ejercicios de simulación, juegos educativos y programas de actividades recreativas, entre otros.

0) **El software especialista.** Es aquel que incorpora, para el aprendizaje, una correlación con las técnicas de inteligencia artificial mediante el análisis de problemas y la toma de decisiones. Este sistema posee una base de datos que se crea a partir del conocimiento de especialistas con ayuda de reglas prácticas o heurísticas, con el fin de resolver problemas de diversa índole pero siempre en relación con los procesos de aprendizaje previstos.

0) **El software de demostración.** Es un programa orientado hacia el ámbito educativo y tiene como propósito desarrollar analíticamente los procesos de aprendizaje con la posibilidad de que el alumno intervenga en las diversas fases. Este tipo de software se desarrolla con base en los principios de la interactividad.

¶ **El software de recursos.** Son aquellos instrumentos educativos que sirven, en general, para el desarrollo de las diversas tareas de aprendizaje; entre los principales se encuentran : las bases de datos, las hojas electrónicas, las gráficas y las estadísticas, entre otros.

¶ **El Software tutorial.** Son programas que inducen a diversas actividades de aprendizaje y que llevan al alumno, de acuerdo con su nivel, a realizar diversos

ejercicios, resolver determinados cuestionarios, búsquedas y localizaciones, etcétera.

▮ **Software de información.** Son aquellos programas cuyo objetivo consiste en proporcionar datos de una materia de forma ordenada de acuerdo con ciertos principios didácticos; generalmente los datos se proporcionan con base en la tecnología educativa de la enseñanza programada.

▮ **Software de evaluación.** A través de ellos se realizan las diferentes mediciones requeridas para el proceso de evaluación y se utilizan, principalmente, con el fin de que el alumno observe a través de la autoevaluación su nivel de desarrollo y, en caso necesario, estar en posibilidad de proceder a la retroalimentación de sus conocimientos

▮ **Software lúdicos.** Son aquellos programas que incluyen algunas actividades de aprendizaje sustentadas en actividades recreativas y de juego, para facilitar, o, incluso, reforzar el aprendizaje

Generalmente, cualquier programa dirigido al aprendizaje se divide en unidades de aprendizaje, que para este efecto se denominan módulos de aprendizaje; Cada módulo puede ser diseñado tomando en consideración los siguientes aspectos:

- Título del módulo.
- Título de las unidades constituyentes del módulo.
- Título de las secuencias que forman las unidades.
- Metas instruccionales
- Análisis de tareas
- Dianóstico de nivel de entrada y características
- Motivación.
- Objetivos parciales.
- Presentación de la información.
- Prácticas de retroalimentación.
- Procesos de evaluación parcial.

- Actividades remediales.
- Actividades enriquecedoras.
- Evaluación final integradora.
- Evaluación formativa.

Conjuntamente con este diseño del módulo didáctico, es conveniente programar con base en los siguientes elementos:

- Atención a los aspectos lingüísticos(acentuación, caracteres del alfabeto).
- Definir el tamaño de las letras.
- Posibilidad de incluir gráficos, y si se requiere animación o no
- Especificar el color.
- Definir el sonido.
- El programador debe ponerse de acuerdo con los docentes para considerar cómo, cuándo y dónde colocar información, mensajes de refuerzo, y sistemas de evaluación- retroalimentación.
- Realización del programa, mediante un lenguaje de programación adecuado.
- Prueba del programa y, para ello, se realizan comprobaciones mediante la presentación a personas diferentes que lo revisan en dos direcciones, una en la educativa y en la técnica.
- Fase piloto. Esta fase se lleva a cabo con un grupo de control con el objeto de revisar las posibles dificultades y la retroalimentación del proceso para su aplicación definitiva.

Adicional a lo anterior, algunos autores sugieren ciertos criterios de análisis para garantizar la viabilidad del programa; Rawitch, por ejemplo, recomienda las siguientes interrogantes como conductoras del análisis:

- ¿Abarca con precisión la asignatura?
- ¿Se adapta la redacción del material al nivel de lectura del alumno?
- ¿La longitud de las actividades es adecuada?
- ¿Son claras y concisas las instrucciones que se dan a los alumnos?
- ¿Las actividades siguen una sucesión lógica?

En el mismo orden de ideas, Roger Wagner propone la siguiente escala de evaluación para software educativo:

- -¿El programa realiza los objetivos señalados inicialmente?
- -¿Es apropiado para la edad de los sujetos a los que va dirigido?

- -¿El contenido es el adecuado?
- -¿Provee desarrollo de las habilidades básicas?
- -¿Provee desarrollo de las habilidades creativas e imaginativas?
- -¿Es interesante para la audiencia a la que está dirigido?
- -¿Se facilitan los enlaces del software (datos, audio, video animación, etc.) ¿
- -¿Las actividades se desarrollan en un plazo razonable de tiempo?
- -¿El tiempo requerido por el maestro para la instrucción/interacción es el mínimo?
- -¿No presenta problemas para su instalación?

Otros autores como Bell, Cruz, Jay; Jonassen; Hannum; Kozma; Smith y Boyce, destacan algunos indicadores para considerarlos en el momento de revisar un programa educativo. En tal sentido, sugieren constatar si éste;

1 Facilita que la información nueva se relacione con la conocida, describiendo el contexto donde el contenido se enmarca, debiéndose incluir mapas cognitivos que ilustre su ubicación.

2 Emplea descripciones gráficas para explicar ideas abstractas y colocar figuras, mapas diagramas o textos subrayando para enfatizar lo importante; el despliegue gráfico tiene como función, presentar información básica, aclarar y explicar y especificar tanto dibujos y diagramas y, además, proporcionar instrucciones generales para utilizar el programa y específicas para realizar tareas particulares.

3 Considera el contenido del texto(vocabulario, estilo, sintaxis); el tipo de usuario al que va dirigido, y la intención del mensaje (explicar o describir)constatando que:

- El vocabulario sea conocido por el usuario
- Se entable una comunicación amistosa y natural con suficiente número de imágenes.
- Se emplee una sintaxis simple, clara y concisa.
- Se presenten ejemplos cuando sea posible
- Se utilicen gráficas para facilitar la memoria.
- Se programe la retroalimentación, de tal manera que no sólo sea inmediata sino, constructiva y que con base en la

respuesta emitida por el educando, este pueda detectar cuál fue el error cometido

- Se elaboren síntesis periódicas para facilitar el almacenamiento en la memoria. procurando evitar la saturación de información.
- Exista conocimiento por parte del aprendiz sobre los parámetros de medición y evaluación.
- Se estructuren, integren e interconecten en el educando, las nuevas y las antiguas ideas.
- Se fomenten los procesos metacognitivos que son los procesos que corresponden a la función de pensar acerca del propio pensamiento incorporandol , en el transcurso de la lección, mensajes instigadores que funjan como recordatorios y monitoreando su comprensión.

Existen, además, ciertos parámetros para valorar el uso efectivo del software educativo de acuerdo con la **"Organización Internacional de Estándares"**, los que se refieren al grado en el que los usuarios pueden lograr sus objetivos dentro de un ambiente particular, de manera efectiva, cómoda y aceptable. Así, el uso efectivo tiene que ver con la facilidad con la que un usuario logra realizar una tarea de manera eficaz y agradable. Este concepto involucra tres ámbitos relacionados con su evaluación:

1. El que se refiere al usuario y tiene que ver con:

- Sus conocimientos previos tanto sobre cómputo como sobre el contenido temático del que se trate.
- Su motivación, es decir, sus razones para el uso del programa.
- El grado de control, es decir su capacidad para llevar la conducción de la tarea.

2. El que se refiere al sistema y tiene que ver con:

- La facilidad de aprendizaje del programa.
- La facilidad de uso.
- La congruencia de la tarea.

3. El que se relaciona con la tarea a realizar y tiene que ver con:

- La apertura o flexibilidad, es decir qué tan compleja multifuncional es la tarea.
- La frecuencia, es decir, el número de veces que el usuario la realiza.
- La estrategia, es decir, lo que une al sistema con el usuario.

2.2 La imagen

Para el diseño elaboración y el uso del software educativo es necesario revisar a **la imagen** una de las formas educativas básicas que, hoy día, se integran a la enseñanza asistida electrónicamente.

La dialéctica entre lenguaje verbal y lenguaje icónico constituye el núcleo básico del acto sémico-didáctico. Durante mucho tiempo gran parte de la información se ha transmitido de modo verbal; sin embargo, actualmente es imposible pensar en la transmisión de ciertos contenidos sin el auxilio de la imagen.

Socialmente hablando la forma más usual de transmisión verbo-icónica, es definida como el contraste entre una imagen cuya carga connotativa suele ser alta y un lenguaje verbal con orientación predominantemente denotativa.

La imagen tiende más a la polisemia que la palabra.³⁷

Parece evidente que el acto sémico-didáctico debe ser, en aras de su eficacia, un mensaje deliberadamente redundante. Pero existe, al tiempo que esta exigencia, una cierta <<sanción social>>, o al menos un relativo descrédito

hacia los mensajes verbales redundantes en exceso. La crítica mas generalizada, a nivel de no expertos que han sido usuarios de programas de enseñanza del tipo skinneriano, radica precisamente en la acusación de aburridos y reiterativos mensajes.

La vía de superación de esta tensión manifiesta entre redundancia y originalidad, entre reiteración y presentación de nuevas informaciones, podría llegar por la concurrencia de dos sistemas significantes disimiles, por dos códigos superpuestos y coincidentes de la semántica que pretenden.

Estas notas se dan en la coexistencia de lo verbal y lo icónico. Ello provoca una redundancia aceptable y eficaz al mismo tiempo, que facilita y asegura la recepción del mensaje transmitido.³⁷

Para el caso de los softwares para el aprendizaje, se pueden mencionar los siguientes tipos de categorías de funciones didácticas en las imágenes:

1. Función motivadora. Ésta ocurre para lograr una mayor explicitación de la información, atención y comprensión, a la vez que ayuda al manejo adecuado de los procesos de relación mental.
2. Función vicarial. Supone que la existencia de ciertos contenidos que no se pueden explicar totalmente de modo verbal, logran su decodificación a través de la imagen.
3. Función catalizadora de experiencias. Una de las funciones no directamente comunicativas, atribuidas al lenguaje, es la organización de lo real. Desde esta perspectiva un mensaje icónico puede presentar, como característica central, la búsqueda de una organización de la realidad que facilite la verbalización sobre un aspecto concreto y delimitado, o que provoque el análisis de información en imágenes con una secuencia u ordenamiento propiciado por las mismas. En el aprendizaje lingüístico y en los niveles iniciales se presentan informaciones de este tipo; ilustraciones que presentan un ambiente más o menos abigarrado, mediante una

³⁷ Rodríguez Diéguez, José Luis. *Las Funciones de la imagen en la enseñanza*, p.34.

³⁸ *Ibidem*, p.38.

violencia iconográfica que yuxtapone elementos de difícil proximidad a fin de facilitar la expresión verbal; ilustraciones forzadas a fin de presentar elementos de difícil agrupación conjunta .

4. Función informativa. La imagen ocupa el primer plano en el discurso didáctico. Es el único caso en que el texto verbal, no es otra cosa que la transcodificación del mensaje icónico o, a lo sumo, una explicitación.

5. Función explicativa. La manipulación de la información icónica permite la superposición frecuente de códigos. A la utilización de imágenes reales o realistas se suman códigos direccionales, explicaciones incluidas en la ilustración.

6. Función de facilitación redundante. Supone expresar icónicamente un mensaje ya expresado con suficiente claridad y precisión por la vía verbal.

7. Función estética. Proporciona al educando un ambiente de belleza a través de la propia imagen como parte del contexto para su aprendizaje.

8. Función de comprobación. Se realiza a través de ilustraciones presentes en ítems de evaluación y subordinadas a este efecto.

9. Función recreativa. En ésta se proporciona lo visual, con efectos lúdicos, para facilitar y ayudar a procesos del propio aprendizaje.³⁹

Se podrían contraponer estas funciones con las que sugiere Karl V. Smith;⁴⁰

Para este autor las funciones de la ilustración son fundamentalmente tres: motivación, refuerzo perceptivo e intensificación simbólica.

Se habla de tres subfunciones que constituyen el conjunto de las imágenes motivadoras:

a) La creación de un ambiente perceptual favorable, b) La secuencia programada de informaciones c) Las ilustraciones explicatorias-, sólo la primera puede ser considerada estrictamente motivadora. La segunda constituye un

³⁹ Ibidem, pp. 45-46.

⁴⁰Smith, K.V. "The Principles of Text Book Design and Illustration". En *Scientific Communication Review*, Vol.8, Núm. 1, pp. 27-49.

análisis diacrónico de fenómenos, susceptible de ser integrada en el contexto de las imágenes informativas; la tercera, en cuanto pretende promover la curiosidad hacia una exploración y posterior asociación de las informaciones obtenidas de la ilustración, ha de ser asimilada a la clasificación anterior llamada de experiencia.

El refuerzo perceptivo del simbolismo verbal del texto escrito, que es la segunda función descrita por Smtih, coincide en gran medida con lo que se ha llamado función redundante. Por último, la intensificación simbólica que se caracteriza por el especial énfasis creativo en un mensaje, caería en la zona de la función estética de modo patente, o de la redundante, en cuanto de algún modo se confunde con el refuerzo perceptivo.⁴¹

Estas reflexiones debemos ampliarlas con la incorporación digitalizada de imágenes. La noción de digitalizar imágenes, es decir del procesamiento digital de imágenes, es reconocida como el conjunto de técnicas y procesos para descubrir o hacer resaltar información contenida en una imagen usando como herramienta principal una computadora.

Esta técnica de digitalización de imágenes se caracteriza, por un lado, por la calidad de la información contenida en una imagen con el fin de que esta información pueda ser interpretada y, por el otro, por ser aplicable al procesamiento de los datos contenidos en un escenario a través de una máquina de percepción autónoma.

El procesamiento digital de las imágenes ha penetrado casi en todas las ciencias y las artes, provocando inmediatas repercusiones en el aprendizaje de cada

área ;como simples ejemplos podemos mencionar la cartografía automatizada y los sistemas de información geográfica; en el ámbito médico, la tomografía asistida por computadora o la resonancia magnética, la grabación directa en forma digital de las imágenes de ultrasonido o de rayos X ; las diversas formas de visualización en las ciencias ⁴².

En síntesis, la imagen se ha convertido en una herramienta de singular apoyo para cualquier desarrollo de los softwares educativos.

2.3 La interfaz

En los últimos años, en la medida que cada vez más gente usa las computadoras, ha tomado gran énfasis el estudio de la efectiva interacción hombre-computadora. Frecuentemente tendemos a pensar que el meramente computarizar una actividad, la hará más fácil de realizar; pero, algunas veces, si la interfaz con el usuario no está correctamente diseñada, computarizar una tarea la hace más difícil y más lenta en su realización. Hansen, Doring y Whitlocke, encontraron que la solución de un examen computarizado, les tomó a los estudiantes un 100% más de tiempo que el típico examen de papel y lápiz; analizando la acción de los estudiantes frente a la computadora encontraron que mucho del tiempo extra, lo utilizaron tratando de encontrar cómo usar la máquina, similarmente, Kozar and Dickson encontraron que los estudiantes gastan más tiempo para tomar decisiones, cuando la información relevante se presenta en la pantalla de una computadora que cuando la misma información

⁴¹ Ibidem, pp. 46-47.

se presenta en papel. Finalmente, Gould encontró que la escritura de una carta en un procesador de textos requirió el 50% más de tiempo que escribirla a mano.⁴³

El proceso de interactuar con una computadora es difícil y aunque indudablemente ha habido avances para mejorar el uso de la computadora desde que estos estudios se han realizado, otros mas recientes han reportado que la computarización de un proceso no garantiza, necesariamente, un incremento en la eficiencia.

Para los efectos de la comunicación del hombre con la computadora, la interfaz es la relación amable del usuario con la computadora y sus programas, mismos que deben ser diseñados de modo tal que sea fácil su uso. El diseño de una interfaz requiere más que el simple conocimiento de cómo trabaja el hardware o cómo trabaja el software, o cómo trabaja la computadora. El diseñador debe entender también cómo trabaja una persona y las relaciones entre la computadora, las mediaciones y el interlocutor. Por estas razones, el estudio del diseño de una interfaz efectiva, frecuentemente se conoce como investigación sobre interacción hombre-computadora, y requiere expertos en áreas de conocimiento tales como computadoras, psicología y comunicación educativas. En años recientes, se ha realizado y se sigue realizando investigación sobre cómo los hombres interactúan con las computadoras.⁴⁴

⁴² Domínguez Torres, Alejandro. "Procesamiento digital de imágenes". En *Perfiles Educativos*, Núm 72, Vol XVIII, abril-junio de 1996, pp. 61-63

⁴³ Véase Dickson, David. *Tecnología alternativa y políticas del cambio tecnológico*.

⁴⁴ *Idem*.

Existen otras nociones interconectadas con la de interfaz y, de entre ellas, podemos destacar la de interfaz-gráfica. Ésta describe el objeto, utilizando signos convencionales y permite el flujo de información y de comunicación entre un usuario y un universo informatizado entendidos, el usuario y la interfaz-gráfica, como universos culturalmente determinados. Una interfaz-gráfica, constituye un sistema semántico que, como tal, corresponde a una visión del mundo referida a una ideología y a una cultura particular.

La interfaz-gráfica se visualiza a través de una pantalla de monitor, la cual constituye, a su vez, una interfaz-pantalla. La interfaz-gráfica es un soporte material de la obra de multimedia; es el elemento que sustenta y da corporeidad a una intención. La estructura relacional entre signos y símbolos implícita y explícita, en una interfaz-gráfica, ha de ser reconocida como fenómeno cultural y dotada de significación, esto es, es aprendida y subyace inconscientemente en el actuar de los individuos.⁴⁵

La interfaz-gráfica se encuentra limitada por las estructuras informáticas; es un producto determinado culturalmente, tanto en sus posibles lecturas, como en que constituye un punto de encuentro entre los diversos universos culturales. Lo anterior es válido aun para configuraciones computacionales que involucran acciones relacionales o incluso que simulan procesos en paralelo. Esta afirmación deriva del reconocimiento de la capacidad humana para realizar actos de pensamiento simultáneos y de las limitantes técnicas para reproducirlos.

⁴⁵ Gombrich, E. H. *Imágenes simbólicas. Estudios sobre el arte del Renacimiento*, pp. 76-92.

El diseño de la interfaz-gráfica propicia procesos de selección y de simplificación derivados de la propia naturaleza informática y no necesariamente de una intencionalidad voluntaria de comunicación.

Un proceso de simplificación conlleva implícito el procedimiento adecuado para hacer más económica la conceptualización o la teorización; es decir, es el procedimiento que reduce el número o la complejidad de los conceptos adoptados, procurando no perder su naturaleza .

El diseño de la interfaz-gráfica con objetivos educativos, pocas veces es inscrito en términos de eficacia y eficiencia educativas, mucho menos referido a un para qué. La mayoría de las veces se observa que los diseños corresponden a objetivos y contenidos programáticos.

En las situaciones de aprendizaje, los objetivos programáticos encuentran su validez en el contexto educativo. Los juicios de valor referidos a obras de multimedia con objetivos educativos, deben ser referidos al objetivo final, al acto educativo en sí mismo.

Planteada la función de la interfaz- gráfica como instrumento promotor de conocimiento restringido, con aplicaciones desarrolladas con tecnología de multimedia, con contenidos derivados de objetivos académicos y dentro de fenómenos de naturaleza educativa, la comunicación está limitada a su constatación como universo de signos y símbolos que son codificados y decodificados por entidades individualizadas culturalmente y determinadas por el medio transmisor que establece entre ellas interacciones limitadas por él mismo. Esto es, para que la interfaz-gráfica cubra su función como instrumento cognitivo en el proceso educativo, se requiere que el alumno, quien no es hoja en blanco,

acepte y sea participe del valor intrínseco del proceso y sea capaz de relacionarse con el medio (interfaz-gráfica) en términos de lenguaje (sentido y significado).⁴⁶

2.4 Interactividad

Daniel Dayan define la interactividad de los medios, como un diálogo hombre-máquina, que hace posible la producción de objetos textuales nuevos, no completamente previsible, a priori. Ello permite al usuario manipular el curso de la acción dentro de una aplicación, propiciando que el sistema responda a los estímulos de la persona que lo utiliza, creando una interdependencia entre ellos. La interacción entre el estudiante y el sistema de aprendizaje se fundamenta en el diálogo, en el intercambio que es posible establecer entre él y los otros, en el grado de control del sistema a disposición del estudiante y en la posibilidad de compartir iniciativas que permitan reorientar la interacción. Esto se refiere a las interacciones multidireccionales que menciona Salomon⁴⁷ y, por otro lado, a la posibilidad de compartir el proceso del aprendizaje entre un estudiante y un SAMI (Sistema de Aprendizaje Multimedia Interactivo).

Los ambientes interactivos permiten la concurrencia potencial de cientos de conexiones; estos ambientes son una fuente importante de programación de las herramientas y objetos varios que pueden contener los softwares. En el caso de la educación, los objetos programables permiten construir distintos ordenamientos didácticos como pueden ser, por ejemplo, los diversos períodos

⁴⁶Idem.

históricos, los elementos atómicos, frases en latín y diversos procesos dinámicos para responder las solicitudes por parte de los estudiantes. Al respecto cito la clasificación que presenta Alain Sentini ⁴⁸ en torno a las posibilidades de ayuda que se desprenden según el tipo de interacción que se pretenda con la computadora:

◊ El autor de iniciativa compartida. Este tipo de guía, característico de una enseñanza inteligentemente asistida, ayuda al aprendiz a adquirir progresivamente un asunto dado con "preguntas socráticamente planificadas". Este tipo de interacción se aplica muy bien a un aprendizaje conceptual o procedural, es decir, referido a los procesos.

El más antiguo ejemplo de tutor de iniciativa compartida es el sistema SCHOLAR, sistema utilizado para enseñar la geografía de América del Sur.

◊ El monitor. Esta ayuda cobra sentido cuando el aprendiz logra, mediante la observación de los resultados, resolver un problema, o bien conducirse a través de un modelo de estrategias, para dársele solución a problemas e intervenir para proporcionar nuevas estrategias mejoradas.

◊ El monitor diagnóstico. Se utiliza *a posteriori*, para descubrir errores en el intento de dar solución a algún problema y proponer, finalmente, una solución correcta. Este tipo de tutor sólo puede ser considerando, cuando todos los errores estén totalmente catalogados o cerrados.

⁴⁷ Salomon, Gerard. "La Fonction Crée l'Organe: Formes de Représentation des Médias et Développement Cognitif". En *Communication*, pp. 75-101.

⁴⁸ Sentini, Alain. "Las nuevas tecnologías en la educación". En *Comunicación Educativa: Nuevas Tecnologías*, UNAM, CISE, pp. 221-223.

◊ El micromundo. Éste sumerge al aprendiz en un sistema provisto de un conjunto de útiles informáticos que le permiten explorarlo. El concepto de micromundo está siempre asociado al nombre de Papert, dado que el termino fue introducido en el lenguaje LOGO para hablar del micromundo de la tortuga, concebido para explorar la geometría de manera experimental⁴⁹. Tenemos que subrayar que este enfoque aun necesita una parte muy importante de práctica de programación. Por ejemplo, después de descubrir cómo puede la tortuga dibujar un círculo, usualmente la próxima etapa consiste en definir un proceso estableciendo la nueva receta, añadiendo así una palabra suplementaria al lenguaje. Esta etapa supone, por lo menos, un conocimiento básico de la estructura y de la sintaxis del lenguaje LOGO.

En donde la forma asistida para el aprendizaje de la interactividad ha tenido su mayor desarrollo es en las diversas alternativas que ofrece la forma de multimedia

2.5 Lo virtual

Entendemos por virtual, al sistema interactivo que permite sintetizar un mundo tridimensional ficticio, creando, en el usuario, una ilusión de la realidad.

La realidad virtual digital es un forma que integra a los demás medios; consiste en interfases, -límites compartidos y multisensoriales- hasta el momento vista, oído, tacto, y propiocepción o sentido del movimiento. Dada su riqueza experiencial y su retroalimentación multisensorial, permite recrear ambientes

⁴⁹ Papert, Seymour. *Mindstorm: Children, Computers and Powerfull Ideas*, pp.117-134.

muy convincentes a partir de una tramoya electrónica. El potencial de aprendizaje y el riesgo de este medio, apenas comienza a vislumbrarse.

Lo virtual se encuentra constituido por imágenes estereoscópicas, que proporcionan un efecto de *tridimensionalidad*, que se logra al enviar, a cada ojo, una imagen ligeramente diferente de como ocurre en la realidad, de tal forma que al verlas juntas dan una sensación de profundidad realista que se proyecta en una pequeña pantalla dentro de un casco a la que se añaden sonidos para convencer al usuario de que se encuentra en un mundo real diferente. Los sensores de movimiento colocados en el casco y en los guantes del usuario, son los medios de interacción con la realidad ficticia.

Una realidad virtual, entendida como ha sido explicada, puede ser caracterizada en los siguientes términos:

- ▮ Contienen una representación abstracta del mundo;
- ▮ Posee capacidad sintética;
- ▮ Es interactiva;
- ▮ Es tridimensional;
- ▮ Debe crear ilusión de realidad, que sea percibida como auténtica;

En relación con los rasgos anteriormente enunciados, es posible hacer, al menos, los siguientes comentarios:

Se dice que un sistema virtual es una representación que trata del mundo, en cuando posee capacidad sintética; es decir, en tanto que al generar la imagen, la computadora recorre la lista de objetos, calcula cómo se vería cada uno desde la posición que el usuario ocupa y, con base en la distancia, lo dibuja en la correspondiente posición de la pantalla.

De acuerdo con la posibilidad de interactuar dentro de la realidad virtual, se habla de;

- Interactividad. Cuando el usuario altera o modifica los objetos del mundo virtual.
- Navegación. Cuando el usuario es un espectador semipasivo, sólo cambia los ángulos de visualización(paseos virtuales).

Las posibilidades de lograr en el usuario un efecto de realidad depende de factores físicos y psicológicos. De entre los factores físicos es posible destacar las sensaciones, sean estas visuales, sonoras, táctiles; de entre los factores psicológicos intervienen la latencia, que es el tiempo transcurrido entre el instante en que el usuario efectúa una determinada acción y el momento en que el sistema actualiza la información de salida que son los gráficos que entrega el sistema al usuario; la calidad de la imagen y la velocidad de síntesis del efecto de inmersión

En relación con la forma que se presenta la información visual, suele hablarse de sistemas de realidad virtual que se clasifican en:

- a) Sistemas inmersivos Son aquellos en que el usuario tiene la sensación de estar dentro de un mundo virtual representado (se logra a través del visiocasco).
- b) Sistemas proyectivos Son aquellos en que el usuario se introduce en una habitación o adminículo cerrado, en cuyas paredes se presentan o proyectan una o mas imágenes del mundo virtual(un ejemplo de estos sistemas son los simuladores de vuelo profesionales).
- c) Sistemas de sobremesa. Son las imágenes que se presentan en la pantalla de la computadora o la televisión, por lo que el usuario no pierde la noción del

mundo circundante. Un ejemplo de ello son los juegos llamados ataris y nintendos, o la simulación realizada por computadora.

Los sistemas virtuales pueden ser aplicados a distintos procesos; de entre las principales aplicaciones sobresalen las siguientes;

1) Aplicaciones de prototipo-modelado. Son aquellas que se utilizan para simular las condiciones reales de un cierto equipo u objeto .Se utiliza en diseño industrial; en planificación de operaciones; y en paseos virtuales de tipo histórico y artístico.

2) Aplicaciones Metafóricas. Son cuando se aprovecha la imagen para aumentar nuestra capacidad de comprensión de un determinado conjunto de datos. Se utiliza en la toma de decisiones; por ejemplo, en las investigaciones oceanográficas, las metaphor Mixer que corresponden a la bolsa de valores y en el diseño molecular de fármacos.

3) Aplicaciones para el entrenamiento-simulación-enseñanza. Este campo se ha desarrollado ampliamente debido a las posibilidades de representar, con precisión, diversos escenarios. Las posibilidades se amplían a través de animación tridimensional, a partir de bases de datos complejas.

2.6 La simulación

La simulación ha logrado un amplio desarrollo en el campo de la enseñanza, por su grado de potencialidad; podemos conceptualarla como la forma de la realidad virtual, que trata de aproximar, lo más posible, a un fenómeno real; se pretende que este acercamiento sea lo más preciso, en todas las características, al objeto que se desea simular.

La simulación, es una técnica de base lógico matemática para conducir experimentos en una computadora digital, que describe el comportamiento de una operación, experimento o sistema económico. Un componente muy importante para la simulación, es el modelo de aproximación o abstracción que se utiliza, el que no representa, ni debe representar, todos los aspectos de la realidad, es decir, puede ser una versión simplificada de ésta, pero a su vez debe contener todos los elementos y características que permitan conocer, analizar, experimentar y concluir acerca de dicha realidad. Un aspecto relevante, es el hecho de que mientras más información se incluya en el modelo, más veraces serán los resultados obtenidos; sin embargo, en la mayoría de los casos esta ventaja no es tan real, dados los niveles de complejidad que adquiere el modelo, lo cual lo puede convertir en impráctico. Por lo anterior, un modelo debe ser lo más simple posible, sin que pierda un nivel aceptable de confiabilidad y de poder explicativo; es decir, que su complejidad no requiera excesivos volúmenes de información, cuya consecución sea costosa y, por otra parte, que las conclusiones que se puedan extraer de su operación sean tan confiables como las derivadas de una experimentación directa.

Las fases para elaborar y operar la simulación pueden ser las siguientes:

- Definición y formulación del problema.
- Conceptualización del sistema.
- Formulación del modelo matemático.
- Estimación de parámetros.
- Diseño experimental.

- Validación.
- Evaluación del modelo desde su fase previa y en su operación.

Mediante la simulación se procura lograr altos niveles de interactividad con el usuario, con el propósito de permitir prácticas bastante aproximadas a la realidad pero, a la vez, evitando los riesgos que la práctica real podría involucrar.

De hecho, esta práctica no es nueva. En el aprendizaje de los pilotos y en su entrenamiento progresivo, se da desde tiempo atrás. No obstante ello, estos sistemas han cambiado y se han sofisticado más al contar con mayor implementación de cómputo en sus sistemas.

La simulación se ha hecho extensiva a diversos campos, entre los que destacan los de la enseñanza de la medicina, de la ingeniería, de la arquitectura, y de la química, y si bien ha sido aun limitado su crecimiento, es debido a los altos costos de los equipos de simulación y a los programas (softwares) respectivos.

Este tipo de práctica, en el marco de la educación, aun no está suficientemente evaluada en sus resultados, sobre todo en comparación con los métodos de enseñanza directa; pero, las características que la distinguen la hacen una práctica promisoría para el aprendizaje, previa investigación de sus posibilidades de aplicación, de su efectividad en relación con la motivación y con lo significativo que se torna el conocimiento.

En general, los programas o softwares específicos para la simulación, por el momento, son difíciles de elaborar; requieren de tecnologías muy sofisticadas.

En el ámbito de las ciencias sociales se ha intentado poco, considerando que sí es factible su aplicación. En especial estoy convencido que para la enseñanza de nuestra disciplina, es decir para la formación de los futuros pedagogos,

puede funcionar en aquellas asignaturas y situaciones que permiten la simulación; éstos se elaborarían a partir de diversas experiencias docentes, ya sea como guiones, y a partir de los mismos inferir ejercicios dando respuesta, o bien, introduciendo video digitalizado, con situaciones en las que el alumno pueda presentar alternativas de solución.

Dichas situaciones de aprendizaje, pueden abordarse por la vía de la problematización e, incluso, puede utilizarse la técnica del trabajo de casos.

Sería interesante sujetar la idea anteriormente propuesta a una fase experimental y evaluarla, realizando las correcciones necesarias en cada caso; incluso, puede ser un trabajo de utilidad, para algunos maestros, la producción, en estos formatos de material didáctico.

2.7 Robótica pedagógica

Como otra forma de aprendizaje asistida electrónicamente, basada en la simulación, me referiré a la denominada **robótica pedagógica**, misma que se refiere a la concepción, diseño, construcción y control de dispositivos electromecánicos programables.⁵⁰

Una parte importante de los métodos actuales de enseñanza, se basa en la memorización y práctica de conceptos, instrucciones y métodos de manera abstracta; ello presupone la madurez de ciertos conceptos, sin observar si existe disociación entre las cuestiones de lógica y las consideraciones numéricas y

⁵⁰ Ruiz- Velasco Sánchez, Enrique. "Ciencia y tecnología a través de la robótica cognoscitiva". En *Perfiles Educativos*, UNAM, CISE, N°72, Vol. XVIII, abril-junio de 1996, p.78.

simbólicas del objeto de estudio, lo que suele dar como resultado una ruptura entre los conceptos aprendidos y las situaciones vividas.

Este tipo de aprendizaje se basa fundamentalmente en analizar la experiencia lógico-matemática y no propiamente en la experiencia práctica que se puede desarrollar en el entorno.⁵¹

Una de las principales hipótesis de la robótica pedagógica es probar si se puede hacer que los estudiantes construyan sus propias representaciones y conceptos en el ámbito de las ciencias y de tecnología de base, mediante la manipulación y control de entornos robotizados con el propósito de resolver problemas concretos.⁵² Es decir, se parte del supuesto de que la experiencia y práctica directas en ambientes propicios y con base en un sistema de representaciones iniciales, se pueden construir representaciones más estructuradas que conducen, finalmente, a la construcción del conocimiento. Esto es, las estructuras mentales pueden volverse objetos controlables.⁵³

El diseño, armado o construcción de los robots pedagógicos, suele implicar cuatro fases educativas: mecánica, eléctrica, electrónica e informática.⁵⁴ Los alumnos, a través de estos procesos, aprenden a manipular, controlar y operar un material tecnológico denominado robot pedagógico, permitiendo gran facilidad para planificar y ejercitar un gran número de experiencias, recorriendo únicamente un camino sencillo en los parámetros involucrados del fenómeno en estudio.

⁵¹ Ruiz-Velasco Sánchez, Enrique. "La robótica pedagógica como tecnología cognoscitiva". En *Comunicación Educativa: Nuevas tecnologías*, pp. 227-290.

⁵²*Ibidem*, p. 278.

⁵³*Ibidem*.

⁵⁴*Ibidem*, p.280.

2.8 Multimedia

En esta forma para el aprendizaje asistido electrónicamente confluyen todas las formas anteriormente analizadas; la multimedia puede conceptuarse como la integración de un soporte informático mediante un programa complejo que puede contener textos gráficos, sonido, animación y video para la transmisión de la información.

En este contexto, la interacción adquiere una gran importancia, ya que el usuario no solo recibe información, sino que debe tener la posibilidad de interactuar con el material presentado.

La forma de aplicación de la multimedia debe responder a las siguientes características para ser considerada como tal:

- a) debe utilizar más de dos soportes o apoyos ya sean estos visuales o auditivos o de animación o video o bien de texto;
- b) deben contener múltiples enlaces de comunicación entre los diversos soportes, sin restarle autonomía a cada uno;
- c) cada soporte deberá constituirse en soporte complementario de los otros.

El acceso a aplicaciones interactivas y a bases de datos multimedia, no se realiza generalmente en forma secuencial, sino mediante la utilización de referencias cruzadas a través de todos los niveles. Esta técnica, conocida como hipertexto, puede ser utilizada por medio de los sistemas de autores, las estructuras para programas de aprendizaje y las bases de datos multimedia.

Un programa de multimedia se basa, generalmente, en una base de datos y ésta, a su vez, puede convertirse en un programa de aprendizaje, agregándole algunas instrucciones de control para lograr los enlaces requeridos para el conocimiento.

La construcción de los sistemas de enseñanza multimedia se basa en cuatro conceptos principales: comunicación, semiótica, aprendizaje y tecnología educativa:

a) Comunicación. Ésta se análoga con el paradigma comunicacional de Laswell:

¿Quién? ¿Qué dice? ¿A quién? ¿A través de qué medios? ¿Con qué efecto?- Esto, trasladado al campo de la pedagogía, implica el estudio de los efectos de un mensaje informativo y las posibilidades de retroalimentar la propia información.

b) Semiótica. Este concepto es considerado como la base misma de la transmisión de mensajes ya que permite seleccionar y organizar signos, códigos y símbolos, con miras a significaciones precisas para la percepción de las representaciones transmitidas. Así, los principales signos disponibles son los auditivos (sonidos, ruidos, música), los visuales (imágenes fijas o animadas) y los lingüísticos (palabras habladas o escritas). Es fácil entender estas bases para los sistemas multimedia, en los que justamente las técnicas propias permiten el acceso y la conformación de mensajes variados.

c) Aprendizaje. Este es la razón de toda comunicación de los mensajes pedagógicos, es decir, de signos organizados intencionalmente. El aprendizaje debe permitir seleccionar y organizar las actividades y eventos con mensajes variados, a partir de principios, leyes y referentes teóricos diversos

d) Tecnología Educativa. Ésta presupone un enfoque sistemático y, a la vez, sistémico, que permite analizar los problemas relacionados con los procesos de aprendizaje. Este enfoque permite, también, concebir, desarrollar y evaluar soluciones eficaces a esos problemas mediante el desarrollo y la explotación de recursos educativos.⁵⁵ La tecnología educativa, en otras palabras, gobierna toda la arquitectura de los multimedia cuando está destinada al aprendizaje, y en donde los cuatro principios fundamentales están interrelacionados. De suerte que no hay aprendizaje sin percepción; ni percepción sin mensajes; no hay mensajes sin signos y significación; ni tampoco significación sin comunicación; no hay comunicación sin interacciones, y no hay interacciones sin sistemas, como no hay sistema sin tecnología educativa.

Para lograr un aprendizaje determinado se seleccionan y organizan de manera sistemática y sistémica algunas actividades y eventos basados sobre algunos mensajes, algunos signos organizados, también sistemática y sistémicamente, los cuales tienen una significación en una situación de comunicación, donde la interacción es el principio del funcionamiento del sistema.⁵⁶

EN México, en la Universidad de Colima, se ha desarrollado una experiencia práctica muy valiosa en el desarrollo de la multimedia, incluso en ella está el centro más avanzado del país en producción e investigación acerca de la aplicación de la multimedia a la educación, en especial en el formato de los discos compactos(CD) para usos multimedia

⁵⁵Lachance, B. y Lapointe et Marton "Le Domain de la Technologie Éducative". En Bulletin de l'Adate, N°6, Vol. 2, pp.27-56.

⁵⁶Marton, Philippe. "La concepción pedagógica de los sistemas de aprendizaje multimedia interactivo". En Perfiles Educativos, UNAM, CISE, N° 72, Vol. XVIII, abril-junio de 1996, pp. 50-51.