

**SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA  
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL  
UNIDAD AJUSCO**

**DE LA INSTRUCCIÓN PROGRAMADA A LAS SIMULACIONES:  
DEL APRENDIZ COMO RECEPTOR PASIVO AL APRENDIZ COMO  
CONSTRUCTOR DE SUS CONOCIMIENTOS**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN DESARROLLO EDUCATIVO**

**PRESENTA**

**DIRECTOR DE TESIS: MTRO. WILLIAM JOSÉ GALLARDO**



**A**  
*Natalia:*  
**MI MADRE**



**Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los profesores que me cedieron parte de su valioso tiempo, para leer esta tesis y reflexionar sobre ella.**

**Sé que dejaron de lado algunas de sus ocupaciones más importantes en beneficio de esa lectura y esa reflexión, por lo que mi reconocimiento debería quedar grabado con letras de fuego en la roca de alguna montaña.**

**En la imposibilidad de tal empresa, utilizo lo que como hombre común tengo a la mano: este papel; pero en él, con el fuego de mis sentimientos, escribo sus nombres y lo mucho que aprecio y reconozco su valía como seres humanos dedicados al cultivo de la ciencia, pero sobre todo, al cultivo del don maravilloso de la amistad:**

**Dra: Santa Soledad Roríguez de Ita**

**Dr. Luis Enrique Ruiz Velasco Sánchez**

**Dr. Sergio López Vázquez**

**Mtro. Antonio Chalini Herrera**

**A ustedes mi cabal agradecimiento.**

**\***

**A ti, mi maestro William José Gallardo, que como asesor y director de este trabajo, siempre tuviste la paciencia y no escatimaste tu tiempo para leer y comentar lo que escribí desde el primer borrador hasta culminar esto que con orgullo denomino “mi tesis”, y que hoy me permite**

**graduarme, todo mi afecto y agradecimiento. La comparto contigo porque en justicia también es tu tesis.**

**No tengo otra cosa que ofrecerte más que mi afecto sincero y mi agradecimiento cabal.**

**Recíbelos, pues, con un abrazo.**

\*

**No puedo, en justicia, olvidar a otra persona de quien recibí siempre apoyo invaluable con relación a cuestiones ortográficas y gramaticales: la Profra. Cristina Paz Rojas. Gracias maestra Cristina.**

**Profr. Erwin Lobo Sibaja**

<b>RESUMEN</b> .....	1
----------------------	---

<b>INTRODUCCION</b> .....	3
---------------------------	---

## **CAPITULO 1**

<b>1. EDUCACION</b> .....	7
---------------------------	---

1.1 Concepto.....	7
-------------------	---

1.2 La Educación en México.....	8
---------------------------------	---

1.2.3 El Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Nacional de Educación 2001-06.....	10
--	----

## **CAPITULO 2**

<b>2. APRENDIZAJE Y SUJETO</b> .....	15
--------------------------------------	----

2.1 El aprendizaje es un proceso vital.....	16
---	----

2.2 El aprendizaje es un proceso social e histórico.....	16
--	----

2.2.1 El aprendizaje es un proceso social.....	16
--	----

2.2.2 El aprendizaje es un proceso histórico .....	18
--	----

2.2.2.1 El aprendizaje tiene características especiales de acuerdo al medio predominante de comunicación y codificación.....	19
--	----

### CAPITULO 3

<b>3. LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE Y LAS TEORÍAS DE LA INSTRUCCIÓN.....</b>	<b>24</b>
3.1 La corriente conductista.....	26
3.1.1 El impacto del conductismo en la teoría instruccional.....	31
3.2 La corriente cognitiva.....	35
3.2.1 El impacto de la corriente cognitiva en la teoría instruccional.....	46
3.3 La corriente socio cultural.....	51
3.3.1 El impacto de la corriente socio cultural en la teoría instruccional.....	56

### CAPITULO 4

<b>4. EL SOFTWARE EDUCATIVO.....</b>	<b>60</b>
4.1. Tipos de software educativo.....	60
4.1.1 Software educativo basado en la premisa de que el conocimiento se puede transmitir y el aprendiz es un receptor pasivo del mismo.....	67
4.1.1.1. Los tutoriales , la instrucción programada y los programas de ejercicio y práctica.....	69



4.1.2.1.1.2 La simulación y las habilidades de pensamiento de nivel elevado.....	99
4.1.2.1.1.2.1 Las simulación y la toma de decisiones.....	99
4.1.2.1.1.2.2 La simulación y la resolución de problemas.....	102
4.1.2.1.1.3 Cómo se elabora un software de simulación.....	106
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>117</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>120</b>

n este documento, se explicitan los fundamentos teóricos psicológicos del aprendizaje, que sustentan el diseño y desarrollo de métodos de instrucción en general, y del software educativo en particular.

Se trata de fundamentar cómo la concepción de aprendizaje, tiene tras sí un sustento epistemológico que conduce a sus seguidores a diseños instruccionales mediante software, que están orientados a *transmitir* conocimientos como los tutoriales y la instrucción programada, o a *construirlos*, como los programas de simulación y los Micromundos.

El documento, concluye con la presentación de *Stella*, un lenguaje de autor basado en íconos, que permite construir programas de simulación.

# 1. EDUCACION.

## 1.1 Concepto.

erner Jaeger (1978), expresa en su libro Paideia, que la educación es una función tan natural y universal de toda sociedad humana, que por su misma evidencia tarda mucho en llegar a la plena conciencia de aquellos que la reciben y la practican y agrega que, en la educación actúa la misma fuerza vital, creadora y plástica, que impulsa espontáneamente a toda especie viva a su mantenimiento y propagación, fuerza que en el hombre adquiere “el más alto grado de su intensidad, en cuanto que él, consciente y voluntariamente, la dirige a la consecución de un fin” ( p. 3).

En la Grecia clásica, los griegos estaban convencidos de que la vida humana, como el mundo natural, estaba regida por leyes, y que éstas debían ser puestas al servicio de la educación, para formar verdaderos hombres, en un proceso de construcción consciente, del mismo modo que el alfarero modela su arcilla y el escultor sus piedras. La más alta obra de arte que los griegos se propusieron, en su afán educativo, fue la creación del hombre viviente (op. cit. ).

Herbart, también se refirió a la educación como el arte de construir, de edificar y de dar las formas necesarias al carácter con base en la moral (Atkinson, 1976) y Kant (citado por Feroso, 1981) afirmó que la educación es el desarrollo en el hombre de toda perfección que lleva consigo, y que tan sólo por la educación puede llegar a ser hombre.

Para Marx, (citado por Bochensky, 1975), la educación debe estar encaminada a formar al hombre responsable, capaz de vivir en relación con otros en comunidad, que es la única forma de alcanzar su libertad, concepción muy parecida a la de Dewey (1929), quien sostuvo que el hombre se forma en las interacciones con el ambiente social y natural y que debe constituirse en un ciudadano crítico, obligado a optar siempre por el método científico para guiar su conducta, antes que por las creencias, tradiciones y costumbres.

En síntesis, la educación es la actividad mediante la cual los adultos tratan de formar a los hombres en desarrollo, inculcándoles normas, habilidades y conocimientos que aseguren tanto la supervivencia personal como la de la especie, y el progreso social. Tal actividad es planeada y debe sustentarse en una clara conciencia del contexto en que se lleva a cabo, la cultura y los valores dominantes del momento histórico, del tiempo “en que le acontece vivir cuyos rasgos son siempre distintos de los otros tiempos” (Ortega y Gasset, citado por Inciarte 1986, p. 148), teniendo siempre presente que la educación “es preparar en el presente vidas futuras” (op. cit).

## **1.2 La educación en México**

Quedó dicho que la educación está ligada con los problemas del momento histórico y del lugar en que le toca cumplir su función y proyecta su acción hacia el futuro. De este modo, en el caso particular de nuestro país, es imprescindible considerar la problemática actual de la globalización de la economía, del deterioro ecológico acelerado, de la ubicación de nuestro país, con una economía dependiente y un

gran atraso científico y tecnológico, en el ámbito de los países económicamente poderosos, con quienes tiene que competir en el marco de un tratado de libre comercio, y de la llamada Revolución Informática.

Ya en 1991, en un artículo publicado en la revista Nexos , Gilberto Guevara Niebla aseveró, con base en los resultados de su investigación, que "...hay una preocupante declinación de la calidad de la educación mexicana y, en consecuencia urge tomar medidas para mejorar su desempeño" (p. 33). Este autor expresó, parafraseando a Doré, autor del libro "La fiebre de los Diplomas", que ese bajo desempeño era debido al énfasis que se le da a la escolarización encaminada a la mera producción y obtención de certificados o credenciales, "hecho que casi siempre se asocia a una práctica escolar burocrática , ritual, tediosa, impregnada de angustia y aburrimiento, destructora de la curiosidad y la imaginación de los niños y, en esa misma medida, del potencial creativo de las naciones"(p. 33).

Guevara Niebla ilustraba el bajo desempeño académico con los datos obtenidos de su estudio realizado con 3 248 niños de educación primaria, 84% de los cuales habían obtenido un promedio de calificación de 4.84 en una escala de 10.

El reconocimiento de la baja eficacia y eficiencia del sistema educativo, orientó los esfuerzos de los gobiernos de los últimos sexenios, y este no es la excepción, al mejoramiento de la calidad educativa.

En el anterior, el Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000, propugnó por la formación de un ciudadano poseedor de “valores esenciales, conocimientos fundamentales y competencias intelectuales que permitan aprender permanentemente”; que tuvieran “curiosidad y el gusto por el saber, ... hábitos de trabajo individuales y de grupo. y... destrezas para la actividad productiva...” (S.E.P. 1996, p. 19 ). Se pretendió formar, ciudadanos competitivos, capaces de afrontar eficazmente los desafíos que plantea un entorno social que cambia aceleradamente, no solamente desde el punto de vista tecnológico, sino político, económico y social.

El actual gobierno, también reconoce la problemática educativa de nuestro país y trata de aportar soluciones con base en su Plan Nacional de Desarrollo y, sobre todo, con su **Programa Nacional de Educación 2001-2006**, cuyos puntos cruciales expondremos a continuación.

### **1.2.3. El Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Nacional de Educación 2001-2006**

El actual gobierno de la república reconoce en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, a la educación como su “...*primera y más alta prioridad para el desarrollo del país...*” (p. 48), *ya que la misma permite arribar a la población a un más alto nivel de vida.*

*La educación, considera el citado plan, debe jugar un papel relevante en la promoción de una cultura ambiental, que propicie la valoración del medio ambiente y los recursos naturales que lleve al aprovechamiento sustentable de nuestros*

recursos, apoyado todo esto en el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

Conjuntamente con lo anterior, el PND reconoce que la educación mexicana, inserta en la sociedad mundial del conocimiento, está experimentando un cambio radical de las formas en que la sociedad genera, se apropia y utiliza el conocimiento y que estos cambios abarcan no sólo el ámbito de las capacidades cognitivas, sino que afectan todos los campos de la vida intelectual, cultural y social.

La acumulación y diversificación creciente de saberes, hace más dinámica la estructura de las disciplinas, por lo que la vida útil del conocimiento tiende a abreviarse, es decir, tienden a tener una aplicación y una vigencia cada vez más limitadas. De este modo, para tener acceso en condiciones favorables al mundo de la competencia globalizada, al del empleo bien remunerado y al disfrute de los bienes culturales, se requiere de una educación más flexible en cuanto al acceso, más independiente de condicionamientos externos al aprendizaje, más pertinente a las circunstancias concretas de quienes la requieren, y constante a lo largo de la vida (p. 36).

En el Programa Nacional de Educación 2001-2006, se enfatiza nuevamente, que la sociedad mundial actual, reconocida como la sociedad de la información y del conocimiento, en la que se inserta la sociedad mexicana, se caracteriza fundamentalmente por los cambios acelerados en los conocimientos, la tecnología y

la organización del mundo laboral, lo cual exige que, a “...los niños y jóvenes que en la actualidad están incorporados a los centros educativos se les propicie “...una formación que permita seguir aprendiendo a lo largo de la vida” (p. 64), ya que “...desarrollarán su vida familiar, ciudadana y laboral a lo largo del siglo XXI, una época que exige aprendizajes permanentes” (p. 65),

Tal sociedad del conocimiento, que ha sido generada por el uso intensivo de las computadoras en todos los aspectos de la vida laboral y cotidiana, preponderantemente en lo que a transmisión de información se refiere, plantea la necesidad de que los ciudadanos actuales y los que están en formación posean un dominio eficaz de las tecnologías emanadas del uso de las computadoras, de la tecnología informática, so pena de no integrarse cabalmente en esta sociedad del conocimiento y “...quedarnos al margen ...y agrandar la brecha que nos separa de los países más avanzados” (p.51).

Por lo tanto, “...Para atender esa necesidad, deben proporcionarse a los estudiantes las herramientas indispensables para manejar las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, y para dominar los lenguajes básicos —incluido el tecnológico— de manera que puedan buscar la información pertinente.” (p. 64).

Esta necesidad, trae a primer plano el problema de la educación en México y con ello, toda una serie de necesidades que para su abordamiento se concretan en un programa nacional de gobierno que enfatiza entre otras cosas, “...políticas gubernamentales destinadas a impulsar el desarrollo de la industria nacional en el

campo de las telecomunicaciones y la informática, y en el de la producción de programas y contenidos para aplicaciones y sistemas multimedia.” (p. 51).

En lo que a esto último se refiere, esta tesis pretende aportar las bases teóricas para el desarrollo y producción y uso de programas multimedia como un medio de incrementar la eficacia del proceso de enseñanza y de generar aprendizajes significativos y duraderos, que puedan servirle a los educandos para enfrentar los retos que plantea la vida cotidiana, es decir, enfrentar con éxito los problemas concretos que la sociedad del conocimiento les plantea en un mundo globalizado.

## **2. Aprendizaje y sujeto.**

### **2.1 El aprendizaje es un proceso vital**

Engels (1977) dice que el hombre transforma a la naturaleza y se transforma a sí mismo mediante el trabajo, esto es, mediante el conjunto de acciones que realiza para obtener alimento y para protegerse.

Desde que el hombre surgió como especie, pues, la posibilidad de enfrentarse exitosamente al medio ambiente requirió del desarrollo de habilidades motrices como cortar un árbol, tirar la fruta, sembrar el grano, cosecharlo, pulsar la honda y el arco, pero también de habilidades cognoscitivas como elaborar las estrategias que acompañaban a las acciones anteriores: planear, elaborar la técnica adecuada, concertar la acción de otros hombres, establecer los objetivos.

Así, el hombre tuvo que desarrollar habilidades que no poseía en su repertorio conductual al nacer, repertorio que, si bien le permitía las primeras transacciones con su entorno, las mismas estaban limitadas al entorno inmediato de sus padres o cuidadores y consistían, como hasta hoy, en reacciones motrices: chupar, llorar, patear, asir; es decir, de reflejos incondicionados, los cuales constituyen, según Pavlov (1957), los elementos de adaptación constante del organismo al medio que le rodea y que le permite un estado de equilibrio con el mismo. Entre tales reflejos, Piaget (1973), concede una importancia particular “para el porvenir” (p. 18) a los de succión y palmar los cuales, según él, se consolidarán en el ejercicio reflejo

funcional. “...de los movimientos espontáneos y del reflejo...”, afirma Piaget “...a los hábitos adquiridos y de éstos a la inteligencia hay una progresión continua...” (op. cit. p. 16).

Ese proceso de desarrollo de habilidades motrices y estrategias cognoscitivas configura, caracteriza y conforma, el proceso de aprendizaje.

## **2.2 El aprendizaje es un proceso social e histórico.**

### **2.2.1 El aprendizaje es un proceso social.**

El aprendizaje es un proceso que permea todos los ámbitos y resquicios de la vida humana, es universal en el tiempo y en el espacio y es condición fundamental de la continuidad de la vida misma en la medida en que le permite al hombre interactuar óptimamente con su entorno natural y social.

Desde que despertó como conciencia, en el contexto de un grupo social, los problemas de la vida diaria obligaron al hombre a desarrollar habilidades motrices y cognoscitivas, para enfrentarlos y resolverlos, y, simultáneamente con el desarrollo de esas habilidades, se generó la necesidad de extender las mismas al mayor número de elementos del grupo social. Junto con la necesidad de aprender, se generó: quienes ya poseían esas habilidades tendieron, con base en un proceso de mediación en el que el lenguaje jugó un papel importante, el necesario andamiaje,

que permitió a los miembros más jóvenes de la comunidad desarrollar las habilidades que necesitarían más tarde (Vygotsky, 1978).

En las culturas tribales tempranas, ese proceso de enseñanza se desarrollaba fundamentalmente, con base en la participación de los niños en los procesos sociales de las actividades de los adultos. Los niños aprendían dentro de la comunidad de sus padres, compañeros mayores y otros miembros de la tribu. El aprendizaje era continuo, sin principio ni fin y, en la medida en que estaba enfocado en la vida diaria, era altamente relevante (a diferencia del que propician las escuelas de hoy) y se basaba en lo que Margaret Mead ha llamado "empatía, identificación e imitación" (citado por Bogus).

Valga como ejemplo el siguiente:

El padre, cuando iba de cacería, llevaba consigo al hijo para que éste viera como acechaba a la presa, cómo escogía la piedra, cómo la colocaba en la honda, cómo la hacía girar y cómo la dirigía contra la presa. El sujeto observaba primeramente y luego lo intentaba; aprendía, pues, observando y participando (Rogoff, 1993). Pero esta experiencia directa no estaba exenta de fallas. Muy pronto los hombres se dieron cuenta de que un error del aprendiz podía llevar a la pérdida de la presa y, con ello, a la pérdida del sustento para la tribu. Pero muy pronto se dio cuenta, también, de que esto podía subsanarse con la intercalación de entrenamiento (lenguaje de por medio) previo a la cacería real, en un lugar especial, apuntando al tronco de un árbol, que hacía las veces de presa, y tirando una y otra vez hasta

afinar de tal modo la puntería, que el padre lo considerara apto para enfrentarse en el ambiente real de caza, con una presa real, sin correr el riesgo de perderla.

### 2.2.2 El aprendizaje es un proceso histórico

El hombre, pues, siempre ha tenido, y siempre tendrá, necesidad de aprender en cualquier lugar del planeta, pero esta característica, que comparte con los otros animales, tiene en él rasgos peculiares en la medida en que está matizada por su historicidad, esto es, en la medida en que las formas de aprender y de hacer que el aprendizaje se produzca “...se sitúan en una matriz social de propósitos y valores” (Rogoff, 1993, p. 30) . Así, las formas en que las sociedades propician el aprendizaje, es decir, en que enseñan, está matizada por factores históricos y socioculturales. Rogoff afirma que la metodología, las metas de desarrollo y las evaluaciones, están permeadas por los valores que cada grupo social acepta como válidos, lo que significa que no hay un punto único de llegada del desarrollo, que no hay una meta universal hacia la que todos los grupos sociales deberían tender (op. Cit.).

Por otra parte, esas formas de aprender y de promover el aprendizaje, están ligadas a las transformaciones sociales. Jordi Adell (1997), por ejemplo, afirma que los cambios tecnológicos han dado lugar a cambios radicales en la organización del conocimiento, en las prácticas y formas de organización social y en la propia cognición humana, particularmente en la subjetividad y la formación de la identidad; y el primer informe anual del Foro de la Sociedad de la Información a la Comisión Europea (Foro de la Sociedad de la Información, 1996) afirma que los cambios se

producen, actualmente, a una velocidad tal, que la persona sólo podrá adaptarse si la sociedad de la información se convierte en la sociedad del aprendizaje permanente.

2.2.2.1 El aprendizaje tiene características especiales de acuerdo al medio predominante de comunicación y codificación.

A partir de la invención de la agricultura y del establecimiento de las primeras ciudades, surgió la división del trabajo como una forma de encarar la complejidad de la problemática social. Hay quienes siembran, quienes cosechan, quienes fabrican la ropa, quienes pescan, quienes hacen casas, pero también quienes enseñan. Esta necesidad de contar con un grupo dedicado especialmente a enseñar, creó la necesidad de locales especiales y de habilidades especiales y de un conjunto de saberes específicos, para abordar la enseñanza. Si ésta es fundamentalmente un proceso de comunicación, las formas de ese proceso impactan las relaciones entre los implicados en el mismo, pero también, la organización del conocimiento, las prácticas y formas de organización social y la propia cognición humana, particularmente la subjetividad y la formación de la identidad.

En su intento de explicar ese impacto de los medios de comunicación y las tecnologías de la información, los historiadores han dividido la historia humana en fases o periodos con base en la tecnología dominante de codificación, almacenamiento y recuperación de la información.

La primera fase de ese proceso histórico fue la codificación del pensamiento mediante sonidos producidos por las cuerdas bucales y la laringe. El lenguaje oral permitió hacer referencia a objetos no presentes y expresar los estados internos de la conciencia. Esto generó una cultura aditiva, tradicionalista, centrada en la vida cotidiana, empática y participativa, en la medida en que el sonido está intrínsecamente relacionado con el tiempo y la palabra existe sólo mientras es pronunciada y en la memoria de los oyentes.

La siguiente fase la constituyó la creación de signos gráficos. La escritura hizo, que los participantes en la acción comunicativa, se independizaran de los determinantes espaciales y temporales. Ya no era necesario que estuvieran en el mismo lugar y al mismo tiempo, lo cual condujo a la creación del discurso autónomo, libre de contexto, independiente del hablante-autor, y a la reestructuración de nuestra conciencia y a la disociación entre las actividades de enseñanza/aprendizaje y las actividades de la vida diaria, íntimamente relacionadas en las culturas orales.

La imprenta marcó el inicio de la tercera revolución que, aunque es considerada por algunos un simple desarrollo de la segunda fase, creó la posibilidad de reproducir textos en grandes cantidades, lo que propició el conjunto de transformaciones políticas, económicas y sociales que configuraron la modernidad.

La cuarta revolución, es la de los medios electrónicos y la digitalización, y está caracterizada por un nuevo código, más abstracto y artificial de representación de la información. Han aparecido nuevos tipos de materiales, desconocidos anteriormente:

multimedia, hipermedia, simulaciones, documentos dinámicos producto de consultas a bases de datos, etc.

Las nuevas tecnologías de la información han impactado todos los aspectos de la vida humana. La gran cantidad de información que existe, hace que una persona que no haya estudiado lo producido en los últimos años no esté ya capacitada para desempeñar su profesión. Esa inmensa cantidad de información que nos bombardea, crea la necesidad de aprender a seleccionar la relevante para, de ese modo, evitar la saturación y la consiguiente sobrecarga cognitiva.

Estas nuevas tecnologías de la información tienden a borrar la masa indiferenciada, creada por los medios de comunicación tradicionales y a dar paso a grupos de interés e individuos que interactúan entre sí, formando comunidades virtuales que no sólo consumen información, sino que también la producen y distribuyen.

Está claro que la sociedad del futuro será una sociedad del conocimiento en la cual "la educación y la formación serán, más que nunca, los principales vectores de identificación, pertenencia y promoción social". (Comisión Europea, 1995, pag. 16. Citado en Adell, 1997), y en la que las nuevas tecnologías tendrán un papel relevante, no solo como contenido de la formación, sino como medio para hacer llegar dicha formación a sus destinatarios.

Las nuevas tecnologías serán utilizadas de modo creciente como medio de comunicación al servicio de la formación, es decir, como entornos a través de los cuales tendrán lugar procesos de enseñanza-aprendizaje, lo cual hará, cada vez más, innecesaria al aula. Perelman destaca que el aprendizaje, antes un proceso distintivamente humano, es ahora un proceso transhumano en el que participan "cerebros" artificiales, redes neuronales y sistemas expertos, que, entrenados por el conocimiento humano, interactúan con los alumnos proporcionando conocimientos "just-in-time". El aprendizaje no es ya una actividad confinada a las paredes del aula, sino que penetra todas las actividades sociales (trabajo, entretenimiento, vida hogareña, etc.) y, por tanto, todos los tiempos en los que dividimos nuestro día.

La función de las aulas tenderá a transformarse y se adecuará su diseño. De recintos cerrados en la que los estudiantes debían permanecer 4 horas sentados escuchando a un profesor y tomando notas se pasará a uno en el cual las computadoras, los actores principales, exigirán muebles diseñados ad hoc y formas de organización del tiempo, del trabajo y de las relaciones maestro-alumno y alumno-alumno.

El aprendizaje no por esto dejará de ser un proceso eminentemente social, antes al contrario convendrá enfatizar esa característica. Así, los principios vigotskianos, más que nunca, serán relevantes, como se intentará mostrar más adelante.

### **3. LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE Y LAS TEORÍAS DE LA INSTRUCCIÓN.**

En términos generales, una teoría es un conjunto de proposiciones sintácticas y semánticamente integradas bajo ciertas reglas que permiten relacionarlas unas con otras y con hechos observables, que hacen posible explicar y predecir fenómenos naturales o sociales.

En el caso del aprendizaje, la teoría está encaminada a integrar los principios descubiertos por la investigación empírica, que subyacen a todo proceso de aprendizaje y a elaborar explicaciones sobre cómo ese proceso tiene lugar, mientras que, en el caso de la instrucción, las teorías instruccionales están dirigidas a proporcionar prescripciones para diseñar la instrucción, es decir, para construir métodos eficaces para ayudar a las personas a aprender y desarrollarse. Así pues, mientras que las teorías del aprendizaje son descriptivas y explicativas, las teorías instruccionales son prescriptivas (Reigeluth, 1999).

Lo dicho anteriormente muestra que existe una relación estrecha entre la teoría de aprendizaje y la teoría de la instrucción. “Parece incontestable”, afirma Gimeno Sacristán (1995, p. 467), “el hecho de que la teoría del aprendizaje ha de ser una de las bases fundamentales de la práctica pedagógica...y que tales bases tienen que integrarse, por lo tanto, en la propia teoría de la enseñanza”, o de la instrucción, las cuales, junto con los métodos instruccionales, constituyen partes de un todo que engloba otros elementos distintos del aprendizaje. Así, la teoría de la enseñanza o

de la instrucción, no puede prescindir de la teoría del aprendizaje, pero tampoco puede reducirse a ella, esto es, no es un producto derivado de la misma por un procedimiento meramente lógico. La aplicación de las teorías involucra iteraciones, un ir y venir de atrás hacia adelante, de las aplicaciones prácticas a las teorías, en vez de ir únicamente de la teoría al contexto de la práctica (Snelbecker, G. 1999). En otras palabras, la teoría instruccional o de la enseñanza, desarrolla, con base en una o varias teorías del aprendizaje, los principios generales que explican o fundamentan el desarrollo de estrategias instruccionales generales y específicas, con base en el contexto particular (escolar, de entrenamiento), de los objetivos de la instrucción (contenidos matemáticos, estrategias de razonamiento, estrategias metacognitivas, estrategias de venta, estrategias militares, etc.) y de los niveles escolares (preescolar, educación básica, universitaria).

Es indudable que las buenas experiencias de aprendizaje deben estar basadas en una teoría instruccional sólida ya que ésta puede ayudarnos a pensar sobre la instrucción de un modo organizado, a prever lo que es más probable que suceda cuándo se usa una determinada clase de actividad de enseñanza, a decidir cuándo, dónde y cómo utilizar los recursos tecnológicos y a indicarnos medios para evaluar la implementación y el impacto de los recursos de la teoría instruccional; y viceversa, las aplicaciones prácticas proveen de oportunidades a los productores y usuarios del conocimiento para probar las teorías instruccionales, identificar necesidades de modificación en las conceptualizaciones acerca de la instrucción y estimular el desarrollo de mejores teorías instruccionales como afirma Snelbecker (op. cit.), el cual se pronuncia por la idea de que se deben diseñar y desarrollar estrategias que

integren diferentes teorías sobre el aprendizaje, no obstante sean competitivas, como las constructivistas y las conductistas, si las necesidades y características del contexto práctico así lo requieren.

### 3.1 La corriente conductista.

J.B. Watson en el artículo “La psicología como la ve un conductista” publicado en 1913, marca el origen de esta corriente al urgir a los psicólogos a estudiar únicamente lo que pueden observar directamente, esto es las acciones de las personas y no lo que ellas dicen acerca de lo que piensan o sienten; sin embargo, fue B.F. Skinner quien, con sus experimentos de laboratorio, la llevó a su más alto desarrollo en lo que es conocido como Análisis Experimental de la Conducta o Condicionamiento Operante.



B.F. Skinner

El Análisis Experimental de la Conducta, establece, como punto de partida, la existencia de dos tipos de conducta diferentes: la *conducta respondiente* y la *conducta operante*, que caracterizan la forma en que los organismos animales vivos interactúan con el medio.

La *conducta respondiente* es aquella que es producida por estimulación antecedente, y es objeto de estudio del condicionamiento clásico, respondiente o pavloviano. Esta conducta es *producida* por estimulación antecedente como la luz con relación a la contracción de la pupila, el alimento en la lengua con relación a la salivación y a la secreción de jugos gástricos, y el aumento de la temperatura con relación a la sudoración.

Las conductas respondientes de salivación y de emisión de jugos gástricos fueron objeto de estudios experimentales extensivos por parte de Pavlov (1927) y sus seguidores, a partir de los cuales se creó la teoría de los reflejos cerebrales.

La *conducta operante*, en cambio, es una conducta *emitida* y no *producida* por la estimulación antecedente, y depende, fundamentalmente, de sus consecuencias en el medio.

Las transacciones fundamentales del hombre con su entorno, son ejemplos indiscutibles de *conducta operante*, sobre la cual el Análisis Experimental de la Conducta o Condicionamiento Operante, ha elaborado toda una corriente psicológica para explicarla.

Los teóricos del Condicionamiento Operante, evitan introducir en su teoría, términos o conceptos que se refieren a entidades no observables como mente, y solamente utilizan aquellos que pueden ser definidos en términos de eventos observables y ser cuantificables. Así, utilizan los términos *respuesta*, *reforzador*, *castigo*, *estímulo*

*discriminativo, generalización, extinción*, que pueden ser observados, medidos y cuantificados.

El Condicionamiento Operante, se sustenta en el principio de que el aprendizaje es producto de las consecuencias de la conducta; consecuencias que se denominan reforzadores, y que pueden ser positivos o negativos, los cuales, para los fines de modificar intencionalmente la conducta (animal o humana) pueden proporcionarse en secuencias específicas denominadas *programas de reforzamiento*.

Los *reforzadores* son positivos cuando aumentan la probabilidad de que la conducta que los produce (o a la que siguen) vuelva a ocurrir, y son negativos cuando aumentan la probabilidad de la conducta que los elimina. Por ejemplo, si cuando hace calor abrimos la ventana, esa conducta de abrir la ventana quedará reforzada positivamente por el aire fresco (*reforzador positivo*) que entra, y, a la vez quedará reforzada negativamente por el calor (*reforzador negativo*) que es eliminado; por lo tanto, la probabilidad de abrir la ventana cuando haga calor, aumentará (Hummel, J. 1997).

La conducta pues, puede ser moldeada a partir del uso apropiado de los *programas de reforzamiento*, cada uno de los cuales tiene un impacto diferencial en la conducta con la que se relaciona.

La aplicación de los principios conductuales, para los fines de producir cambios en la conducta humana en las diferentes situaciones sociales o individuales de la vida

diaria, se denomina Análisis Conductual Aplicado, Ingeniería Conductual o, simplemente, Modificación de Conducta.

De estas aplicaciones de los principios conductuales, la que más nos interesa está relacionada con todas las conductas que se producen en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y que tradicionalmente ha constituido el campo de lo que se denomina Psicología Educativa.

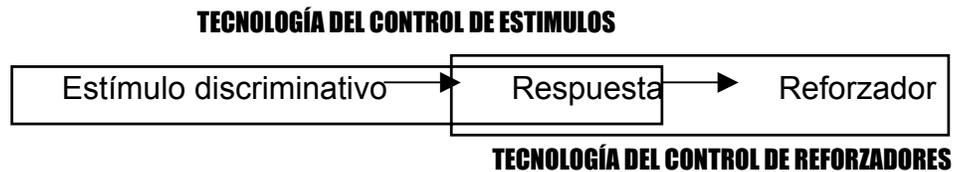
El maestro, en cualquier situación educativa, tiene como material primordial las conductas de las personas a las cuales quiere educar y que el proceso educativo tiene como objetivo modificar en determinada dirección, sea implantando conductas que la sociedad considera positivas, sea incrementando conductas que ya poseen pero se manifiestan a una tasa muy baja, sea eliminando conductas que la sociedad considera negativas.

Todos los educadores están interesados en conseguir que un niño que se porta mal se porte bien; en enseñar a sus alumnos a aplicar con habilidad las operaciones aritméticas fundamentales en la resolución de problemas que plantea la vida cotidiana; en hacer que un niño diga "mamá" ante la palabra escrita "mamá"; en hacer que un pequeño que no controla sus esfínteres llegue a tener dominio sobre ellos; en lograr que un alumno pasivo en clase se vuelva todo actividad; en hacer que un educando que no interactúa socialmente lo haga.

En todas las anteriores situaciones se manifiestan diferentes formas de conducta operante y, para el Análisis Conductual Aplicado, el maestro que en realidad quiera actuar con eficacia, debería convertirse en un hábil modificador de conducta, en un verdadero ingeniero conductual.

En líneas anteriores, hemos dejado establecido que la conducta operante está controlada por sus consecuencias en el medio ambiente, y en este momento agregamos que también por la estimulación antecedente, es decir, por los estímulos discriminativos, los que señalan la ocasión en que, si una conducta es producida cuando están presentes, esa conducta será reforzada. Esta relación entre el *estímulo discriminativo*, la *respuesta* y el *reforzador*, se denomina *relación de triple contingencia* y sirve de modelo para explicar cómo la conducta puede ser controlada y modificada. Si se hace con base en la manipulación del *estímulo discriminativo*, estaremos actuando con base en la *tecnología del control de estímulos*, si con base en los *reforzadores*, actuaríamos basados en la *tecnología del control de reforzadores*, y si utilizamos simultáneamente ambas tecnologías, entonces nuestra actuación estaría guiada por lo que los conductistas llamaron *Ingeniería Conductual*; por lo tanto, si se puede manejar eficazmente las consecuencias de la conducta, es decir los reforzadores, así como los estímulos discriminativos, se estará en condiciones de modificar la conducta y de ejercer control sobre ella.

El siguiente modelo muestra las relaciones anteriores:



### *Ingeniería Conductual*

#### **3.1.1 El impacto del conductismo en la teoría instruccional.**

En parte debido a las necesidades surgidas de la Segunda Guerra, de entrenar gran cantidad de personal, un considerable número de psicólogos experimentales se involucraron en identificar medios más efectivos para planificar la instrucción.

Los esfuerzos por proveer de entrenamiento mejorado condujo a las primeras teorías instruccionales como las de Skinner y Gagné (Snelbecker, op. Cit.).

Ya Burrhus F. Skinner en un artículo de 1954, “The Science of Learning and the Art of Teaching”, había ilustrado cómo la conducta humana podía ser moldeada rápidamente y sin amenaza aversiva, con base en el uso de reforzamiento positivo.

La implementación de los principios conductistas a las situaciones de aprendizaje, dieron lugar a la instrucción directa o enseñanza explícita y a la instrucción programada.

La llamada instrucción directa o enseñanza explícita “es un método sistemático para presentar el material en pasos pequeños, con pausas para checar la comprensión del estudiante y elicitación con éxito, la participación activa de todos los estudiantes.” (Rosenshine, 1986, p. 60). Este modelo también ha sido clasificado como el modelo de transmisión de información opuesto al de procesamiento de la información.

Mayer (1999) afirma que a partir de la instrucción directa, esto es, de una buena explicación oral o de una buena lección escrita, los aprendices pueden tener incluso un aprendizaje constructivista, con tal que esta enseñanza explícita promueva la actividad cognitiva del aprendiz, es decir que estimule los procesos cognitivos de *selección, organización e integración* de la información y que por lo tanto, los aprendices no necesitan el aprendizaje por descubrimiento para construir significados.

Lo anterior significa que los aprendices no necesitan interactuar con el ambiente y manipularlo para construir conocimientos, y que la actividad del estudiante puede limitarse a las actividades cognitivas arriba mencionadas que hace resaltar Mayer; sin embargo, en la medida en que tales actividades son establecidas por el que enseña, pierden su estatus constructivista.

Con relación a la *selección*, Mayer sugiere que se usen encabezados, negritas, itálicas, subrayados, flechas, iconos, notas al margen y repeticiones, ya que todo esto “...ayuda al lector a identificar información útil...” (p. 152), lo cual, a mi juicio, no es precisamente actividad de selección, que si es un proceso activo, sino de

identificación que es un proceso eminentemente pasivo ya que el aprendiz es conducido a ello por el autor o el que enseña, mediante los artilugios mencionados. La verdadera construcción del conocimiento requiere, como dice Jonassen (1999), la actividad del aprendiz volcada en la manipulación del ambiente (real o simulado) que lo afecte en determinado modo, con base en las hipótesis que el sujeto establece.

En el caso de la instrucción directa propuesta por Mayer, la pasividad del estudiante se revela en que no puede manipular los elementos de la lección, ni forjar sus propias hipótesis, ni, mucho menos, tener la posibilidad mínima de someterla a prueba. En pocas palabras, el estudiante “construye” el conocimiento, gracias a que es llevado por el maestro a “construirlo” lo cual, a mi juicio, desvirtúa el término.

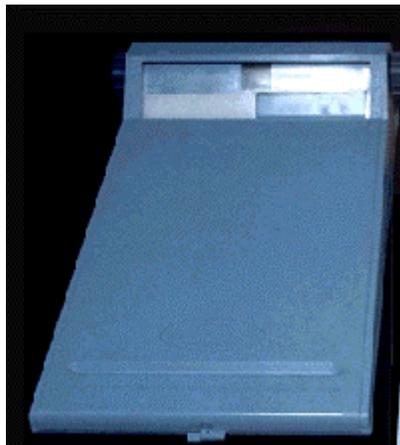
En cuanto a la instrucción programada, su inventor, Skinner, nunca la relacionó con la construcción del conocimiento. Simplemente trató de aplicar los principios descubiertos por él, en el laboratorio, a las situaciones de enseñanza.

Pensó que la enseñanza fracasaba porque se basaba más en el castigo, es decir en el condicionamiento de evitación, que en el reforzamiento positivo, y que cuando este se daba, se hacía con mucho retardo por lo que su efecto sobre el aprendizaje se veía drásticamente disminuido.

Su meta fue, entonces, crear situaciones en las cuales se evitara el castigo y los reforzamientos fueran frecuentes e inmediatos sobre las conductas adecuadas.

Para esto propuso que el material de enseñanza se dividiera en pequeños fragmentos que el estudiante pudiera dominar sin dificultad (micrograduación) y que a este dominio mostrado en una respuesta escrita (participación activa) se le proporcionara un reforzamiento inmediato (inmediatez del reforzador). Estos fragmentos dominados uno a uno (encadenamiento conductual), conformarían al ser dominados todos (moldeamiento por aproximaciones sucesivas), una conducta compleja.

Las máquinas de enseñanza, inventadas por Pressey en la década de 1920, fueron utilizadas por Skinner y su grupo para proveer una instrucción acorde con el ritmo del estudiante, usando los principios del reforzamiento en la forma de realimentación a las respuestas dadas por el estudiante a las preguntas que se le hacían después de que la máquina le presentaba una unidad pequeña de información (Raver, 1999).



Máquina de enseñanza típica

### 3.2 La corriente cognitiva

La *psicología cognitiva* explora las actividades mentales involucradas en el juicio, toma de decisiones, solución de problemas, imaginación y otros aspectos del pensamiento complejo o cognición (Bernstein, D., Roy, E., Srull, T., Wickens, C. 1991). El problema de la cognición, según Bly (1999), consiste en comprender cómo el organismo *transforma, organiza, guarda y usa* la información que se genera en el mundo, en forma de *datos sensoriales o memoria*.

Actualmente, la *psicología cognitiva*, se incluye dentro de una ciencia más amplia llamada *ciencia cognitiva*, considerada como el estudio de las representaciones mentales y computaciones, y de los sistemas físicos o biológicos que dan soporte a dichos procesos, es decir, los modos en que el cerebro humano y otros sistemas, naturales o artificiales, hacen posible conductas complejas que dependen de estados internos (Bly, B. M. y Rumelhart, D.E., 1999).

Es necesario puntualizar que la *ciencia cognitiva* contemporánea está en constante cambio y que, aun cuando estuvo dominada durante más de tres décadas por un paradigma computacional basado en la Inteligencia Artificial que modela la cognición como la manipulación secuencial de estructuras simbólicas discretas, ahora, por primera vez desde los años 50, se están investigando esquemas alternativos dentro de los cuales desarrollar modelos y descripciones. Entre esos esquemas, la más general, la más extendida y poderosa es la aproximación dinámica, ya que provee,

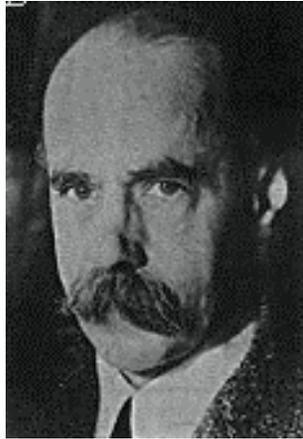
además de una serie de herramientas matemáticas, una perspectiva profunda y diferente acerca de la naturaleza de todos los sistemas cognitivos.

La aproximación dinámica considera que los procesos cognitivos abarcan el cerebro, el cuerpo y el medio ambiente, por lo que, para entender la cognición, es preciso entender el interjuego de los tres elementos mencionados antes, ya que el proceso interno de razonamiento no es esencialmente más cognitivo que la ejecución habilidosa de movimientos coordinados o la naturaleza del medio ambiente en el cual la cognición tiene lugar (Port, R. F. Y Van Gelder, T., 1995).

Sin pretender una cronología exhaustiva del desarrollo de la psicología cognitiva, se presentarán a continuación los principales hitos en el mismo.

### **La psicología de la Gestalt**

Sin retrotraernos hasta Sócrates y Platón cuando, según Gardner (1987), tendría su origen la corriente cognitiva, podemos decir que en psicología comienza con la publicación, en 1912, del trabajo de Max Wertheimer sobre la percepción visual del movimiento. Este psicólogo, junto con Wolfgang Köhler y Kurt Koffka llevó a cabo una serie de estudios sobre el movimiento aparente o fenómeno “Phi” e hizo una excelente argumentación sobre el hecho de que la percepción del movimiento no es la suma o asociación de diferentes sensaciones elementales.



Max Wertheimer

Wertheimer y sus colegas atribuyeron las experiencias perceptuales, como la del movimiento, a la manera en que el cerebro organiza la entrada de patrones de excitación, lo cual asegura que el movimiento sea percibido directamente.

Köhler (1925), por su parte, estudiando el aprendizaje en chimpancés, encontró que el aprendizaje por ensayo y error no podía explicar el aprendizaje en sus simios, el cual dependía de la capacidad de captar las relaciones básicas de la situación, es decir, de procesos inteligentes.



Wolfgang Köhler

Los gestaltistas también se avocaron a la solución de problemas en humanos. El mismo Wertheimer (1945), examinó la solución de problemas geométricos, de rompecabezas aritméticos y, aun, de los pasos a través de los cuales Einstein arribó

a la teoría de la relatividad. Estos problemas molares, que estaban en claro contraste con los moleculares estudiados por los primeros estructuralistas germanos y por los conductistas americanos, constituyen los antecedentes de los problemas que estudian hoy los investigadores en Inteligencia Artificial.

Los gestaltistas afirmaban que las características más notables del pensamiento eran su novedad y productividad, resultados de la reorganización perceptual que se origina al confrontar el problema, lo cual lleva al insight y al encuentro de la solución. Según Ulric Neisser, tales conceptos de organización (y reorganización), ya no juegan, un papel importante en la psicología cognitiva actual, pero nadie puede negar que constituyen aportaciones sumamente valiosas que muestran el papel central que le dieron los gestaltistas a los procesos internos, de los cuales no querían hablar los conductistas (Gardner, 1987).

### **La epistemología genética**

Piaget, según Gardner (op. cit.) tomó como su agenda de investigación, los grandes temas de la epistemología occidental: la naturaleza del tiempo, del espacio, de la causalidad, del número, de la moralidad y otras categorías kantianas. Consideró que esas categorías no son inherentes a la mente sino que deben ser construidas.



Jean Piaget

Más que un psicólogo infantil, Piaget fue un epistemólogo genético cuya principal contribución a la psicología fue revelar las estructuras básicas del pensamiento que caracteriza a los niños a diferentes edades del desarrollo, y de los mecanismos que permiten a los niños efectuar la transición de un estadio del desarrollo a otro.

Con base en conceptos tales como: *Estructuras variables y funciones invariantes*, Piaget logró dar cuenta del cambio de las primeras, que son las que permiten una *adaptación* (función invariante) cada vez más sofisticada y exitosa.

La *estructura*, que es la que varía y cambia a través del tiempo al integrar y coordinar esquemas antes desarticulados, permite a la *función invariante* de la *adaptación* cumplir cabalmente con su cometido con base en las fases de *asimilación* y *acomodación*. La primera permite interpretar lo nuevo a partir de los *esquemas* ya existentes, y la segunda consiste en adecuar tales *esquemas* a lo novedoso. La

actuación conjunta de la *asimilación* y la *acomodación*, deviene un cambio en los esquemas, los que al coordinarse e integrarse, deviene un cambio en las estructuras.

Gracias a los programas de investigación como el de Piaget, las líneas de estudio de Bartlett y a los conceptos molares de esquemas, operaciones y estrategias, las preocupaciones de los gestaltistas y de sus predecesores de Würzburg, permanecieron vivas en el mundo de habla inglesa durante el encumbramiento del conductismo (Johnson-Laird, P. 1990).

### **La teoría computacional y de la información**

No obstante de que la idea de que la vida mental puede explicarse en términos de un proceso computacional fue anticipada por Kenneth Craik a los comienzos de los años cuarenta, antes de la invención de la computadora digital, el ascenso de la psicología cognitiva a mediados de 1950, se debió en gran medida al advenimiento de la teoría de la información y de las computadoras, la primera de las cuales, de naturaleza digital y con programa almacenado, fue construida, bajo la supervisión del matemático John von Neumann, en Princeton en los comienzos de 1950 (Johnson-Laird, P. 1990). Este hecho es importante ya que las computadoras, aceptan información, manipulan símbolos, guardan información en su memoria y las recuperan nuevamente, clasifican información, reconocen patrones y pueden exhibir conductas de solución de problemas, a la manera como lo hace la mente humana a la cual sirven de modelo (Gardner, 1987).

El sistema de procesamiento de información, pues, ofrece un modelo general de la cognición humana, de acuerdo con el cual entre la presentación de un estímulo y la ejecución de una respuesta la información es recibida, transformada y manipulada a través de una serie de estadios.

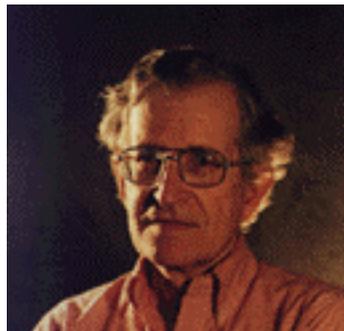
El pensamiento, así, involucra la manipulación mental de la información, que puede ser guardada en la memoria a corto y a largo plazo en seis formas al menos: conceptos, proposiciones, modelos mentales, scripts, palabras e imágenes (Bernstein, D., Roy, E., Srull, T., Wickens, C., 1991).

Estas nuevas líneas de investigación e interpretación, con base en la *teoría de la información* y *a la teoría computacional*, propiciaron el ascenso de la psicología cognitiva, de una manera tal, que ese ascenso es denominado Revolución Cognitiva, en cuya base se encuentran los trabajos de psicólogos innovadores como George Miller, Donald Broadbent y Jerome Bruner y al redescubrimiento de Piaget, Bartlett y ciertos trabajos de los psicólogos de la Gestalt.

George Miller (1956), por ejemplo, publicó en la *Psychological Review*, un ensayo titulado "The magical number seven, plus or minus two: some limits of our capacity for Processing Information", en el que reunió una gran cantidad de datos dispersos hasta el momento y sugirió que apuntaban a una conclusión: El número 7, designaba limitaciones genuinas en las capacidades humanas de procesamiento de información que señalaban un cambio hacia la exploración de la naturaleza y estructura de un mecanismo central de procesamiento cognitivo.

Los estudios de Colin Cherry y Donald Broadbent en los años 50, inspiraron la aproximación inglesa de la psicología del procesamiento de información. Estos investigadores no se conformaron con hablar de los límites estructurales sino que buscaron determinar con precisión qué pasa con la información desde el momento en que uno la aprehende.

Bruner en su libro “Actual Minds, posible worlds” (1986), afirma que en los últimos años de 1950, aconteció lo que hoy es llamada la revolución cognitiva, caracterizada por el hecho de que psicólogos como Herbert Simon y George Miller y lingüistas como Noam Chomsky, se dedicaron más que a las respuestas abiertas y objetivas de los sujetos, a lo que éstos conocían, cómo adquirirían el conocimiento y cómo lo usaban, lo cual condujo a la investigación sobre cómo el conocimiento era representado en la mente.



N. Chomsky

La nueva psicología cognitiva, que surgió de esta Revolución, consideró que la elección que guía a la acción es tan real como la acción misma y que los principios de la elección, que no son observables, requieren una explicación como una forma de acción mental.

Bruner acepta la tesis constructivista de la filosofía de Goodman según la cual eso que llamamos el “mundo” es producto de alguna mente cuyos procedimientos simbólicos lo construyen. De este modo, no existe un solo mundo que preexista y sea independiente de la actividad mental y humana y del lenguaje simbólico, por lo que ningún “mundo” es más real que los otros, ninguno es privilegiado ontológicamente como el único mundo real. Lo que es dado o asumido como principio de nuestra construcción no es una realidad sólida fuera de nosotros, ni un a priori: es siempre otra versión construida de un mundo que tomamos como dada para ciertos propósitos.



J. Bruner

Lo anterior nos conduce inexorablemente a pensar en el mecanismo de la recursión, el proceso por el cual la mente o un programa de computadora regresa a la salida de una computación previa y lo trata como algo dado que sirve de entrada para la siguiente operación. Recurren a él teorías divergentes como la teoría de la gramática de Chomsky, la teoría de Piaget sobre el desarrollo de las funciones mentales y la de Newell y Simon de un solucionador general de problemas. Más todavía, Philip Johnson-Laird en su libro “Modelos Mentales”, invoca la recursión para explicar como

la mente vuelve hacia sí misma para crear la suma de sus capacidades que podrían constituir algo así como un sentido del yo.

Todos los psicólogos gustan de pensar en los mundos que la gente crea como mundos reales. El mismo Piaget, cuya teoría epistemológica es constructivista, tiene un residuo de realismo ingenuo. Las construcciones, para él, eran representaciones de un mundo real autónomo al cual el niño en desarrollo tenía que ajustarse o acomodarse.

La mente para Goodman, debe ser especificada más que en términos de propiedades, en términos de considerarla un instrumento para producir mundos.

En el momento en que uno abandona la idea de que el mundo está ahí de una vez por todas y es inmutable, y lo sustituimos por la idea de que lo que tomamos por mundo no es más ni menos que la estipulación que descansa en un sistema simbólico, entonces la forma de la disciplina se altera radicalmente. Y estamos, por lo menos, en la posición de tratar con la miriada que puede asumir la realidad, incluyendo las creadas por los relatos, tanto como las creadas por la ciencia.

Bruner, por otra parte, tomó como tema central de sus investigaciones, el de la formación de conceptos, es decir, cómo agrupa una persona una serie de elementos en categorías (Gardner, 1987). Esto tuvo un gran efecto sobre la teoría del aprendizaje cognitivo.

Basado en la idea de categorización, la teoría de Bruner establece que percibir, conceptualizar, hacer decisiones y aprender, es categorizar y que la gente interpreta el mundo en términos de sus similitudes y diferencias, y coloca los objetos que percibe como similares en la misma categoría, con base en un sistema de codificación jerárquico de categorías relacionadas en el cual las de más alto nivel devienen más específicas.

Para Bruner, aprender es el proceso de formar este sistema de codificación, el cual según él facilita el aprendizaje, resalta la retención e incrementa la solución de problemas y la motivación.

La variable principal en esta teoría del aprendizaje, es el sistema de codificación dentro del cual el aprendiz organiza estas categorías. El acto de categorización se asume que está involucrado en el proceso de información y toma de decisiones.

La influencia de Jerome Bruner fue determinante en la definición del aprendizaje por descubrimiento, el cual promueve o propicia la interacción del estudiante con su ambiente mediante la exploración y manipulación de objetos o desarrollando experimentos en el laboratorio, en el curso del cual plantea hipótesis y las discute con otros. La idea es que los estudiantes tienden con mayor probabilidad a recordar conceptos que descubren por sí mismos. Los maestros han encontrado que el aprendizaje por descubrimiento es más exitoso cuando los estudiantes tienen los prerrequisitos de conocimiento y se exponen a experiencias estructuradas (Roblyer, E., y Havriluk, 1997, p 68).

### **3.2.1 El impacto de la corriente cognitiva en la teoría instruccional**

Es un hecho que la teoría instruccional está hoy menos influenciada por la teoría conductista que anteriormente. En su lugar existe un fuerte énfasis en los procesos cognitivos (Snelbecker, G. 1999).

Según Reigeluth (1999), a diferencia de la era industrial en la que el trabajo se enfocó casi exclusivamente en aprendizajes que privilegiaban el nivel de la memoria y de la aplicación, la era de la información, requiere de aprendizajes de alto nivel y la adecuación del mismo a necesidades de alta especificidad.

Basándose en Bloom (1956), Reigeluth define el *dominio cognitivo* como aquél que trata con el recuerdo del conocimiento o el reconocimiento del mismo, aunado al desarrollo de la comprensión y capacidades y habilidades intelectuales. Por lo que, la educación cognitiva se compone de una serie de métodos instruccionales tendentes a apoyar a los sujetos no solamente para el recuerdo y reconocimiento del conocimiento sino para desarrollar su comprensión y las habilidades y capacidades cognitivas de alto nivel (Reigeluth, Ch.; Moore, J., 1999).

Jonassen (1999), siguiendo a Jerome Bruner, afirma que aprendemos de experimentar fenómenos, de interpretar las experiencias con base en lo que ya conocemos, razonando sobre ellas, proceso que Bruner llamó *construcción del significado*, *núcleo central* de una filosofía del aprendizaje denominada *constructivismo*.

Los *constructivistas* afirman que el conocimiento es construido, no transmitido: Los individuos le dan sentido al mundo y a todo aquello con que entran en contacto, construyendo sus propias representaciones o modelos de sus experiencias. Esta construcción resulta de la actividad, sin la cual ningún conocimiento es posible: el conocimiento está incrustado en la actividad, por lo que el significado que los sujetos elaboran emerge de las interacciones que han tenido.

La enseñanza, así, se convierte en un proceso de ayudar a los estudiantes a construir sus propios significados a partir de las experiencias que tienen o de las que la situación de enseñanza les provee.

El conocimiento que un aprendiz construye, consiste no solamente del contenido de ideas sino también del conocimiento acerca del contexto en el que fue adquirido, lo que el aprendiz estaba haciendo en tal medio ambiente y lo que intentaba conseguir de él. El significado que se construye incluye información acerca de las experiencias y de los escenarios en los cuales fueron aplicados por los aprendices. De este modo, mientras más directa e interactivamente se experimenten las cosas, mayor será la probabilidad de que se construyan conocimientos sobre ellas.

Cuando se aprende cómo usar una habilidad, se guarda ese uso como un relato, el cual es el principal medio de conversación, y de elaboración del significado entre humanos (Schank, 1986). Más tarde, se recuerdan tales relatos y se usan como guía cuando se encaran experiencias similares. El constructivismo arguye que las

habilidades tendrán mayor significado si son adquiridas inicialmente y consistentemente en contextos significativos con los cuales puedan ser relacionados. El proceso de elaboración del significado produce percepciones del mundo externo físico que son únicas para el conocedor, porque cada individuo tiene un conjunto propio de experiencias que han producido una combinación única de de creencias acerca del mundo, lo cual no significa que no podamos compartir parte de nuestra realidad con otros. Lo hacemos mediante la negociación social de significados compartidos, conversando con otros para llegar a acuerdos sobre la importancia relativa de los significados de las cosas, así, el constructivismo social considera que la elaboración del significado es un proceso de negociación entre participante a través del diálogo y la conversación. El aprendizaje es inherente a un proceso social dialógico (Duffy y Cunningham 1996).

Puede afirmarse que lo que un grupo como totalidad conoce, es claramente de mayor capacidad que los recuerdos individuales, y que compartir tales recuerdos hacen más dinámica a la comunidad la que, acorde con su organización, permitirá las interacciones entre sus miembros, quienes, de ese modo, serán influenciados por los discursos de la comunidad que inducirán cambios en sus conocimientos y creencias.

De este modo, los constructivistas no suscriben el punto de vista de que todo conocimiento es igualmente válido porque es construido personalmente sino porque las ideas compartidas son aceptadas y acordadas, esto es, el significado es reflejado en las creencias sociales que existen en cualquier momento. Cuando las

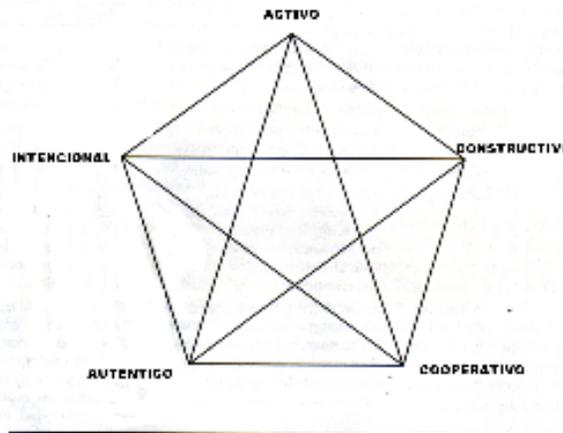
ideas individuales son discrepantes de los estándares de la comunidad, no son consideradas viables al menos que sea probada nueva evidencia que apoye su viabilidad.

En otro orden de ideas, la elaboración del significado comienza, con frecuencia, con un problema, una pregunta, un evento inexplicable y discrepante, una curiosidad, asombro, rompecabezas, una perturbación, una violación de expectativas o una disonancia cognitiva o desequilibrio.

Las actividades no conducen al conocimiento cuando los sujetos no reflexionan o no piensan acerca de las experiencias que dieron lugar al proceso de construcción. Para que sea construido un conocimiento útil, los aprendices necesitan pensar acerca de lo que hicieron y articularlo con lo que significa.

Se puede asumir, con base en las anteriores reflexiones, que la meta principal para la educación en todos los niveles debe ser comprometer a los estudiantes en aprendizajes significativos. Las escuelas deben ayudar a los estudiantes a aprender como reconocer y resolver problemas, comprender nuevos fenómenos, construir modelos mentales de tales fenómenos y, dada una nueva situación, establecer metas y regular ellos mismos sus aprendizajes, es decir, la escuela debe propiciarles el proceso de aprender a aprender. Por lo tanto se deben usar tecnologías que comprometan a los estudiantes en el aprendizaje activo, constructivo, intencional, auténtico y cooperativo.

- Activo en la medida en que el aprendizaje real requiere de gente comprometida en una tarea significativa en la cual ellos manipulen objetos y el ambiente (no justamente la barra espaciadora para continuar) en el que están trabajando y observen los resultados de su manipulación.
- Constructivo en la medida en que la actividad es necesaria pero no es eficaz si no va acompañada de la reflexión de los aprendices sobre tal actividad.
- Intencional en cuanto que el aprendizaje, como toda la conducta humana, está orientada a metas.
- Auténtico en la medida en que es indispensable comprometer a los estudiantes en la solución de problemas complejos y con poca estructura y no solamente con problemas simples (Jonassen, 1997). Al requerirle a los estudiantes comprometerse en pensamientos de alto nivel, dejarán de desarrollar versiones sobreesimplificadas del mundo.



Según Jonassen el aprendizaje significativo tiene cinco atributos interdependientes

- Cooperativo en la medida en que debe inducirse a los aprendices a constituirse en partes de las comunidades constructoras del conocimiento, en la escuela y fuera de ella, en beneficio de que aprendan de que hay múltiples modos de ver el mundo y múltiples soluciones a la mayoría de los problemas de la vida.

### 3.3 La corriente socio cultural

Para Vygostky, en cuyos trabajos tuvo su origen esta corriente, en el desarrollo cultural del niño, toda función se da primeramente en el plano interpsicológico, entre las personas, es decir, en el nivel social, y luego, en plano intrapsicológico, es decir, en el nivel individual.

La teoría de Vygotsky intenta explicar la conciencia como el producto final de la socialización. Así, en el aprendizaje del lenguaje, las primeras frases que usa el sujeto en desarrollo se dan en el plano interpsicológico con el propósito eminentemente social de la comunicación, para luego internalizarse y ser usadas como medio de reflexión en el plano intrapsicológico.



L.S. Vygotsky

El ejemplo de señalar con el dedo que aporta Vygotsky es bastante significativo (Vygotsky, 1983). Él afirma que al principio tal movimiento se limita a conseguir agarrar un objeto y no constituye una indicación, pero se convierte en ésta, es decir, adquiere significado, cuando es interpretado apropiadamente por los cuidadores del niño, que se constituyen así en mediadores culturales para la elaboración del significado social de “ayúdenme a alcanzar esto”, el cual es rápidamente absorbido por el niño quien comienza a usarlo tanto para el propósito de la comunicación con los cuidadores como para alcanzar sus metas prácticas, sin estar consciente del hecho de que está explotando el gesto como una señal social. Más tarde, este “gesto para otros”, se convierte en una clase de “herramienta” mediante la cual el niño ejerce control sobre sus propias acciones y conducta, como al señalar un cierto

fragmento de una fotografía y concentrar su atención en él. Al llegar aquí, el niño está plenamente consciente de lo que está haciendo con su índice (o cualquier cosa que lo sustituya), una acción que le permite concentrar su atención en un punto específico elegido e impedir que su atención vague alrededor de la fotografía. Este es el estadio en que el gesto indicador existe “por sí mismo” o, estrictamente hablando, para el niño quien lo utiliza plenamente consciente de ello.

Vygotsky (1978), para explicar el desarrollo, postuló la existencia de la Zona de Desarrollo Proximal (ZDP), que definió como la distancia entre el nivel real de desarrollo y el nivel potencial de desarrollo, que se genera en la interacción de los más capaces con los menos capaces quienes tienen, de este modo, la oportunidad de participar en formas de interacción que está más allá de lo que pueden hacer por sí solos.

Vygostky consideró también necesario, establecer la diferencia entre lo que denominó *funciones mentales de nivel alto* y *funciones mentales de nivel bajo* y estableció cuatro criterios principales para explicar su función: *orígenes*, *estructura*, *modo de funcionamiento* y *relación con otras funciones mentales*. Así, por sus *orígenes*, las funciones mentales de nivel bajo se diferencian de las funciones mentales de nivel alto, en que la mayoría de las primeras son genéticamente heredadas mientras que las segundas son socialmente adquiridas; por su *estructura*, en que las primeras son no mediadas mientras que las segundas lo son por significados culturales; por *funcionamiento*, en que las primeras son involuntarias y las segundas voluntariamente controladas y en consideración a su *relación con otras*

*funciones mentales*, las primeras son unidades mentales individuales aisladas y las segundas constituyen parte integrante de un sistema amplio de funciones (Vygostky, 1983).

En el párrafo anterior se dijo que las funciones mentales de nivel alto son mediadas por significados culturales y Vygostky agrega que también por las herramientas que constituyen parte integral de esa cultura, entre las cuales concede importancia fundamental al lenguaje. Así, el desarrollo de la mente es la apropiación de la herencia cultural, ideal y material que existe en el presente para integrar socialmente a las personas en una comunidad y con el mundo físico (Cole, 1996; Wertsch, 1991).

El uso de las herramientas, tan importante en la teoría sociocultural, representa varias ventajas para la conducta:

- ◆ Introduce varias funciones nuevas relacionadas con el uso de la herramienta dada y con su control;
  
- ◆ Hace innecesario varios procesos naturales, cuyo trabajo es logrado por la herramienta y altera el curso y las características individuales (la intensidad, duración, secuencia, etc.) de todos los procesos mentales que entran en la composición del acto instrumental, reemplazando algunas funciones con otras (recrea y reorganiza la estructura total de la conducta justamente como una herramienta técnica recrea la estructura total de las operaciones laborales).

- ◆ El significado de una acción y de un contexto no es especificable independientemente una de otra. Tomar 'la acción en el contexto' como la unidad de análisis psicológico requiere una interpretación relacional de la mente: los objetos y el contexto se generan juntos como parte de un único proceso bio-socio-cultural de desarrollo.

d) La mente no está ya más localizada enteramente dentro de la cabeza; funciones mentales de nivel alto son transacciones que incluyen al individuo biológico, los artefactos culturales mediacionales y los ambientes estructurados social y naturalmente del que son parte las personas (1981).

Gregory Bateson (1972) resaltó este aspecto de la acción mediada culturalmente como involucrando ciclos de transformaciones entre el 'adentro' y el 'afuera'. “Obviamente”, Bateson escribió, “hay cantidades de caminos de comunicación fuera de la piel, y éstos y los mensajes que llevan deben ser incluidos como parte del sistema mental cuando quiera que sean relevantes.” (p. 458). Para explicar esto, propuso el siguiente experimento mental:

*Supongan que soy ciego y uso bastón y voy golpeando el suelo. ¿Dónde comienzo? ¿Está mi sistema mental limitado al puño del bastón? ¿Está limitado por mi piel? ¿Comienza a la mitad del bastón? ¿Comienza en la punta del bastón? (p. 459).*

En pocas palabras, ya que lo que llamamos mente funciona a través de los artefactos, no puede estar incondicionalmente limitada por la cabeza ni aun por el cuerpo, sino debe ser vista como distribuida en los artefactos, los cuales están entrelazados y entrelazan las acciones humanas individuales en concierto con y como parte de los eventos de la vida, permeables y cambiantes.

### **3.3.1 El impacto de la corriente socio cultural en la teoría instruccional**

Quedó dicho líneas arriba, que la teoría sociocultural de Vygotsky, enfatiza que la inteligencia humana se origina en nuestra sociedad y cultura, y que los avances cognitivos del individuo ocurren primero en la actividad interpersonal y después se internalizan: Primero se usan las palabras como medio práctico para obtener respuestas de otras personas que componen el ambiente y después como medio de reflexión.

Basado en la teoría de Vygotsky, S.M. Miller (1995), implementó un foro abierto de discusión sobre literatura inglesa, como estrategia etnográfica de investigación, con el objeto de examinar el contexto del salón de clases sobre el aprendizaje. Los maestros participantes en el estudio, promovían el andamiaje, la reflexión metacognitiva y las estrategias de cuestionamiento para incitar a los estudiantes a pensar críticamente y responder al contexto y a sus iguales. Después de un año de iniciado el experimento, los estudiantes ya eran capaces de internalizar la discusión apoyada o dirigida por el maestro y las estrategias de reflexión y para adaptar las

estrategias aprendidas en el foro abierto mencionado a los contenidos de otras clases, aunque se notó que esto dependía del hecho de que el contexto social valorara o promoviera la interacción y el compromiso con el pensamiento activo.

En otro estudio, Forman y Cazden (1985) observaron las interacciones verbales entre los estudiantes cuando trabajaban colaborativamente en la solución de problemas. Descubrieron que en la fase inicial de la solución del problema, los estudiantes se incitan, se apoyan y se guían unos a otros y, en la siguiente llegan a sus propias conclusiones basados en evidencias experimentales y resuelven sus conflictos articulando su argumentación. Según Forman y Cazden (1985), sus resultados apoyaron las dos fases del proceso social de Vygostky (fase interpersonal y fase intrapersonal) y concluyeron que los estudiantes pueden adquirir nuevas estrategias a través de la colaboración entre iguales con base en el discurso interpersonal.

Teóricos socioculturales como Lave y Wenger (1991), ven el aprendizaje como la integración a una comunidad de práctica en la que las manipulaciones matemáticas de símbolos abstractos son identificadas con acciones sociales de acuerdo a convenciones dadas y las actividades del salón de clases son también acciones sociales diseñadas con base en reglas específicas. Con base en esto Cobb y colaboradores sugieren que “el papel del maestro en esta actividad es fortalecer la última liga de la cadena asegurándose que los niños ejecuten las acciones sociales especificadas que hacen posible para ellos aislar las formas matemáticas ideales cuando resuelven tareas”, teniendo presente siempre que las interacciones de los

niños en las actividades del salón, constituyen una pequeña parte de su enculturación dentro de las acciones sociales requeridas.

Jaworski, (1991), señala que Hewitt diseña una instrucción cuya meta es superar las dificultades del estudiante para usar y manipular símbolos abstractos, creando una práctica social en la cual la manipulación de símbolos es lógica y significativa y en la que la atención es atraída por los símbolos y su uso en vez de hacia ellos.

## 4. EL SOFTWARE EDUCATIVO

El software es un conjunto de instrucciones codificadas en símbolos generados por un lenguaje de programación, cuya finalidad es habilitar al hardware para desarrollar una actividad, trabajo o función. Cuando ésta consiste en administrar los recursos del hardware, el programa es denominado *software de sistema* o *sistema operativo*, y es recurso indispensable para que el software con funciones más específicas pueda cumplir su cometido. Este software, con funciones más específicas, es llamado *software de aplicación*, entre los cuales se cuentan los procesadores de texto, las hojas de cálculo, los manejadores de bases de datos, los programas de dibujo, los juegos y aquellos programas cuya finalidad es promover aprendizajes, hecho por el que son denominados *software educativo*.

Este último tipo de software es el que va a ser objeto de análisis del presente capítulo.

### 4.1. Tipos de software educativo

Uno de los primeros intentos de clasificación del software educativo es el de Taylor (citado en Alessi, 1995), el cual propuso 3 categorías clasificatorias en un intento de dar orden a la vasta variedad de los que ya existían en su época: *herramienta*, *tutor* y *tutorado*.

Para Taylor, el software educativo como *herramienta*, tiene la función primordial de apoyar las actividades académicas de los estudiantes, como es el caso de los procesadores de texto, mientras que como *tutor* y *tutorado* persigue ya un fin instruccional más específico.

Papert (1995), en su libro “La máquina de los Niños”, hace referencia a la clasificación de Taylor y afirma que como *tutorado*, el niño le dice a la computadora cómo hacer algo mediante un programa que él mismo escribe. Según Papert, una buena manera de aprender una materia es dando un curso sobre la misma; por lo tanto, un niño puede beneficiarse de este hecho dándole clases a la computadora, es decir, programándola. Esta convicción de Papert se refleja en su programa *Lego-Logo*, que le permite a los niños construir sus propios artefactos y darles “vida” mediante programas computacionales escritos por ellos mismos. Como es de notar, esto es lo contrario a lo que sucede cuando la máquina es usada como *tutor*, dónde es ella la que le dice al niño cómo hacer algo.



Seymour Papert

En la época en que Taylor hizo su clasificación, no se preveían los avances que se iban a lograr ni en el hardware ni en el software, por lo que en su clasificación no

encajan ni el aprendizaje colaborativo, ni el aprendizaje acerca de las computadoras (Alessi, 1995).

Debido a las consideraciones anteriores, Alessi y Trollip (1995), propusieron tres categorías clasificatorias diferentes: *Administración, enseñanza sobre la computadora y enseñanza con la computadora*. En la primera, la computadora es tomada como una herramienta que apoya a los administradores en el manejo de las diferentes instancias que conforman la institución escolar, mientras que en las dos últimas se les considera con una función propiamente educativa, como apoyo que brindan a los aprendices en su actividad académica, sea para propiciar el conocimiento de lo que la computadora es, cuáles son sus partes constituyentes y cómo funcionan (*La enseñanza sobre la computadora*), sea para conducir el aprendizaje de temas curriculares diferentes (*enseñanza con la computadora*).

Koschman (1996), propone una clasificación muy interesante y valiosa en la medida en que sustenta la misma en criterios tales como: teoría del aprendizaje subyacente, marco epistemológico, principios pedagógicos, etc.

El autor citado, es propulsor de un paradigma con relación al *software educativo*, que denomina *Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora* (CSCL, según las siglas en inglés de Computer Supported Collaborative Learning) y fundamenta su clasificación en la convicción de que, en el marco de la tecnología instruccional, puede resultar fructífero distinguir los varios sistemas de aprendizaje basados en computadora tomando en consideración la teoría del aprendizaje y los principios

pedagógicos que los fundamentan. Así, Koschmann (1996), identifica cuatro paradigmas que compiten dentro del campo de los sistemas de aprendizaje basados en computadora: *Instrucción Asistida por Computadora* (IAC), *Sistema Inteligente de Tutorio* (SIT), *Logo y Aprendizaje Colaborativo apoyado por Computadora* (ACAC).

Las tres primeras aproximaciones a las que Koschmann se refiere como paradigmas, son anteriores al ACAC, por lo que existe muy alta probabilidad de que las mismas hayan tenido un impacto profundo en el desarrollo del ACAC a pesar de que sus marcos teóricos de trabajo son muy diferentes.

Enseguida se presenta la clasificación de Koschman:

	<b>IAC</b>	<b>SIT</b>	<b>LOGO</b>	<b>ACAC</b>
<b>Significado del acrónimo</b>	<i>Instrucción Asistida por Computadora</i>	<i>Sistema Inteligente de Tutorio</i>		<i>Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computadora</i>
Evento paradigmático	La liberación del IBM Courswriter I (1960)	La inmigración de investigadores de la Inteligencia Artificial en 1970	La publicación de Mindstorms (Pappert, 1980 )	Taller de ACAC (1989)
Teoría del aprendizaje subyacente	Conductismo.	Cognitivismo.	Constructivismo Cognitivo.	Constructivismo socialmente orientado, teoría sociocultural soviética, cognición situada.
Marco epistemológico	-Realista (El conocimiento es visto como dado). - Absolutista (El profesor es visto como la autoridad última).	-Realista (El conocimiento es visto como dado) - Absolutista (El profesor es visto como la autoridad última).	- Relativista (Nada es absoluto, pero varía de acuerdo al tiempo y al espacio) - Falibilista (Nada puede ser tomado por garantía). - El conocimiento es adquirido a través de un proceso de construcción subjetiva por parte del organismo que experimenta, en	- Relativista (Nada es absoluto, pero varía de acuerdo al tiempo y al espacio). - Falibilista (Nada puede ser tomado por garantía). -El conocimiento es un proceso de construcción esencialmente social.

**Universidad Pedagógica Nacional**  
**4. El software educativo**

			vez de descubrir una realidad ontológica.	
El aprendizaje es	"...la adquisición pasiva o absorción de un cuerpo de información establecido y rígidamente definido."	El proceso por el cual el aprendiz adquiere una comprensión propia del problema del espacio.	La información nueva interactúa con el conocimiento previo, y estimula un proceso de asimilación y acomodación.	"Un proceso de reculturación que ayuda a los estudiantes a devenir miembros de una comunidad de conocimiento, cuya propiedad común es diferente de la propiedad común de las comunidades de conocimiento a las que ya pertenecen".
Punto de vista sobre la mente	Un fenómeno que reside dentro de la cabeza de un individuo.	Un fenómeno que reside dentro de la cabeza de un individuo.	Un fenómeno que reside dentro de la cabeza de un individuo.	Un número de puntos de vista competitivos que pone a la mente dentro del ambiente sociocultural que le rodea.
Métodos de investigación	Métodos tradicionales de la Psicología Experimental.	Métodos tradicionales de la Psicología Experimental.	Métodos tradicionales de la Psicología Experimental.	Métodos de las ciencias sociales y humanas.
Foco de la investigación	Eficacia instruccional.	Competencia instruccional.	Transferencia instruccional.	- Proceso en lugar de resultado. - La preocupación central es sustentar la teoría en datos. observacionales - Descriptiva en vez de experimental - Interés en comprender el proceso desde el punto de vista de los participantes (lo que dicen de su trabajo y de los artefactos que los apoyan y son producidos por el equipo de aprendices).
Modelo de instrucción	La instrucción deviene un proceso de transmisión o entrega.	La instrucción consiste de actividades diseñadas para facilitar la adquisición de las representaciones por parte del aprendiz.	Aprendizaje por descubrimiento	Aprendizaje Colaborativo
Papel de la tecnología	Las aplicaciones tienden a ser directas y prácticas las herramientas diseñadas en torno a necesidades identificadas del	Las aplicaciones diseñadas sirven a la instrucción proponiendo problemas y proveyendo realimentación	La computadora crea alguna clase de contexto en el cual el aprendiz llega a ser el maestro y la computadora el alumno.	La significación de la tecnología variará de acuerdo con factores como la distancia, la implementación del software, etc. La importancia variará en una escala constituyendo un pre-requisito para que la colaboración tenga lugar.

	salón de clases.	al aprendiz.		
Foco de la aplicación	Identificar metas de aprendizaje e implementar la aplicación a partir de descomponer las metas en los componentes de la tarea, y desarrollar una secuencia de actividades que conducen al aprendiz a través de la totalidad del dominio del tema.	Identificación de metas de aprendizaje, descomposición de las tareas y presentación interactiva del tema de acuerdo con el conocimiento actual del estudiante, con miras a facilitar un proceso que ayudará al aprendiz para alcanzar las metas de aprendizaje.	Aprender cómo programar con miras a acomodar los beneficios cognitivos más allá del simple aprender como codificar.	Colaboración con el fin de facilitar el aprendizaje.
Antecedentes culturales común de los desarrolladores.	Enseñanza	Inteligencia Artificial	.	Ciencias Sociales

La clasificación presentada obedece únicamente a la intención de sistematizar la información existente con relación al *software educativo*, y un punto de referencia para abordar el tema de mi tesis, por lo que no profundizaré en los aspectos de la clasificación mencionada.

Para los fines del presente capítulo de esta tesis, he considerado que una clasificación que cubre los propósitos de la misma, debe fundamentarse en consideraciones epistemológicas y psicológicas referidas a las teorías del aprendizaje.

De este modo, he hecho dos grandes grupos de software educativo: los que se basan en la premisa de que el conocimiento se puede transmitir y el aprendiz es

solamente un receptor pasivo, y los que se basan en la premisa de que el aprendiz es quien construye el conocimiento mediante su actividad. Debo reconocer, antes de continuar, que esta clasificación tiene su base en la más amplia y detallada que propone Koschman.

*Construcción del conocimiento* y actividad comprometida del sujeto que aprende, son conceptos y procesos que no pueden separarse, están inextricablemente ligados y no pueden pensarse el uno sin el otro; de la misma manera, la *transmisión del conocimiento* implica un aprendiz singularmente receptivo y preponderantemente pasivo.

*Transmisión del conocimiento* y *construcción del conocimiento* encuentran su fundamento en epistemologías diferentes. La primera es una que proclama que el conocimiento es absoluto y establece como criterio de verdad la adecuación del pensamiento a las cosas que conforman un mundo que está allí como una realidad independiente del hombre, algo ontológicamente dado, mientras que la segunda se sustenta en una epistemología que sostiene, como dice Bruner en su libro "Actual Minds, posible worlds" (1986), basado en Goodman, que lo que llamamos el "mundo" es producto de alguna mente cuyos procedimientos simbólicos lo construyen, por lo que no existe un solo mundo que preexista y sea independiente de la actividad mental y humana y del lenguaje simbólico, de tal modo que ningún "mundo" es más real que los otros, ninguno es privilegiado ontológicamente como el único mundo real y, por lo tanto, hay tantos mundos como constructores .

*Construcción y transmisión* son pues conceptos y procesos antitéticos, lo mismo que sus correlativos actividad y pasividad o receptividad, con relación al aprendizaje.

Esta actividad o pasividad con relación al aprendizaje es el tema de esta tesis y tal actividad o pasividad con relación al *software educativo* es el tema del presente capítulo.

En el caso del *software educativo*, las posiciones teóricas anteriores dan lugar, en un caso , a los tutoriales, a la instrucción programada y al software de ejercicio y práctica, y, en el otro, al software de simulación y a los micromundos.

4.1.1 **Software educativo basado en la premisa de que el conocimiento se puede transmitir y el aprendiz es un receptor pasivo del mismo.**

Quedó dicho en capítulos anteriores que las teorías del aprendizaje deben ser tomadas en cuenta por los diseñadores de software educativo y que la enseñanza efectiva, requiere que el diseñador de tal software posea un cuerpo de herramientas conceptuales relacionadas con la definición de aprendizaje y las formas como éste tiene lugar (Shermis, 1967).

La teoría del aprendizaje, y por ende la teoría instruccional, determinará el modo en que un diseñador elaborará el software. Una teoría que considere que hay que prever las dificultades que el sujeto encuentre en su intento por aprender y eliminar al máximo esas dificultades, lo llevará a la micrograduación de la dificultad, es decir, a

dividir el contenido o habilidad a ser aprendida en pasos pequeños, tan pequeños que el sujeto pueda pasar de uno a otro sin la posibilidad frustrante del error que se produce cuando al sujeto se le presenta información compleja, y que lo lleva, casi necesariamente, a abandonar la tarea. Este tipo de teorías trata de evitar a toda costa esa posibilidad, para lo cual, además, cada paso que el aprendiz avanza, se refuerza positivamente y de inmediato, con lo que se evita al máximo cualquier eventual frustración que proviene del error, de saber que no se contestó bien.

Las consideraciones anteriores, como ya se habrá notado, se encuentran en la base de la *instrucción programada*, ejemplo por antonomasia de los *tutoriales*, tecnología privilegiada del punto de vista del Análisis Experimental de la Conducta (AEC) sobre el aprendizaje y la manera de propiciarlo en los hombres. La instrucción programada se sustenta en los principios de la micrograduación de la dificultad, del reforzamiento inmediato, del ritmo individual y de la actividad del estudiante (aunque la misma no sea más que para seleccionar una respuesta).

No es difícil darse cuenta que la *instrucción programada* responde a las anteriores premisas, lo mismo que los programas de ejercicio y práctica (drill and practice).

4.1.1.1. Los tutoriales, la instrucción programada y los programas de ejercicio y práctica

En un *tutorial*, como la *instrucción programada*, se espera que la instrucción se desarrolle de manera autónoma y que el estudiante esté en posibilidad de aprender el tema sin ninguna ayuda externa al programa.

El tutorial se basa en los principios de la enseñanza directa o explícita, y, a su vez, esta responde a los principios conductistas del aprendizaje.

Aunque no necesariamente, los tutoriales se ciñen a las normas establecidas por Skinner y sus seguidores para la instrucción programada, sea esta lineal, ramificada o matética. La instrucción programada, así, es un ejemplo privilegiado de las pretensiones del tutorial: que el sujeto aprenda sin ayuda externa al tutorial, de manera autónoma –como se dijo en párrafo anterior- y a su propio ritmo.

Uno de los ejemplos que sigue los lineamientos de la instrucción programada establecidos por Skinner es precisamente el trabajo que desarrolló con Holland en 1961: “El Análisis de la Conducta: un programa de autoinstrucción”.

Este trabajo, presentado primeramente en forma de libro programado linealmente, fue convertido en una versión computarizada que puede ser revisada en la página de la Fundación Skinner, en <http://www.bfskinner.org/instruction.asp>

El trabajo comienza planteando una serie de consideraciones que muestran de manera clara los principios conductuales en los cuales se basa. En él, dicen Holland y Skinner que los programas mecánicos comparten con el tutor individual muchas ventajas sobre otras técnicas de enseñanza. Estas ventajas, según los autores, consisten en que, (1) Cada estudiante avanza a su propio ritmo, (2) el estudiante se mueve a un material más avanzado solamente después de que ha dominado los previos, (3) esta gradual progresión y la ayuda de ciertas técnicas de sugerencia encubierta y señalización, hacen que el estudiante esté casi siempre en lo correcto, (4) el estudiante está continuamente activo y recibe confirmación inmediata de su éxito, (5) los items están contruidos de tal manera que el estudiante debe comprender el punto crítico que le permite encontrar la respuesta, (6) el concepto está representado en el programa por muchos ejemplos y arreglos sintácticos en un esfuerzo de maximizar la generalización a otras situaciones, (7) Un record de las respuestas de los estudiantes provee al programador con información valiosa para revisiones futuras.

En seguida, los autores le aseguran al estudiante que con el programa, estará en posibilidades de instruirse por sí mismo sobre el Análisis de la Conducta, fundamentalmente en lo que se relaciona con la predicción y control de la misma, con base en los términos y principios básicos de la ciencia, que el programa presenta.

En lo que respecta a las instrucciones, los autores le dicen al estudiante que la computadora presenta cada item automáticamente y que debe escribir su respuesta

usando el teclado para después presionar Enter, con lo que el programa le revelará la respuesta correcta. También le advierten al estudiante que la secuencia de presentación ha sido cuidadosamente diseñada y que su aparente repetición o redundancia obedece a razones fundamentadas y terminan aconsejándole que si comienza a cometer errores por que está cansado o no está leyendo con cuidado el material, debe tomar un descanso y que si no está en posibilidades de trabajar por un periodo de varios días, puede ser aconsejable que revise lo que completó al último.

Se ha presentado el trabajo de Skinner y Holland atendiendo a su categoría de representantes de la instrucción programada, sin embargo, existen otros desarrollos no menos importantes.

Entre otros ejemplos de tutoriales tenemos *DaisyQuest* y *Daisy's Castle* de Great Wave Software, creados especialmente para niños que tienen problemas en el aprendizaje de la lectura debido a déficits en la habilidad para aislar y comparar los sonidos de las palabras (Roblyer, Edwards y Havriluk, 1997). Otro buen ejemplo de tutorial, es el *Welcome to Physics* de Broderbund, el cual puede ser usado ya sea como un programa de autoinstrucción o por parte del maestro para introducir una idea, proveer una demostración, como un dispositivo para iniciar la discusión o como una revisión (Educational Technology's Effect on Models of Instruction, Judith Conway, Written and Posted May, 1997).

Dentro de los *tutoriales* más ampliamente conocidos se encuentran aquéllos que pretenden introducir al neófito en el manejo de programas computacionales. Cada uno de estos obligadamente presenta desde el principio un tutorial que el que ya conoce el programa puede saltar.

Windows, por ejemplo presenta una opción llamada: *Descubra Windows 98*, el cual es un programa con las características típicas de los tutoriales que pretende darnos a conocer los aspectos fundamentales de ese sistema operativo.



Sin embargo, existen otros que son apropiados para aprender temas en campos menos ampliamente conocidos y por lo tanto más especializados del conocimiento humano.

En los anteriores ejemplos resalta que el conocimiento puede transmitirse y que el estudiante es capaz de absorberlos con un esfuerzo que no va más allá de un clic para hacer avanzar la página o cambiar el tema.

El software de *ejercicio y práctica*, como ya quedó dicho, también responde a los principios del Análisis Experimental de la Conducta, sólo que su fin no es la

transmisión de conocimientos nuevos, sino poner en práctica los ya aprendidos.

En un paquete típico de esta clase de *software educativo*, el estudiante está en posibilidad de seleccionar un nivel apropiado de dificultad relacionado con las cuestiones que le serán planteadas respecto a cierto contenido, y que el programa le motiva a responder con rapidez y con exactitud en el contexto de un escenario lúdico, pleno de gráficos y colores.

Dentro de los programas más simples de ejercicio y práctica, podemos citar *Jurassic Spelling* de DareWare y Motes Educational, los cuales están dirigidos a proporcionar práctica para el deletreo con base en proveer recompensas verbales cada vez que el estudiante deletrea una palabra correctamente, y de proporcionar una recompensa final, cuando ya ha acumulado un cierto número de puntos.

Otro ejemplo es la *Animated Multiplication and Division* de Guthery y Meza, en donde el estudiante es recompensado cuando resuelve correctamente un cierto número de problemas matemáticos, permitiéndole crear una escena que el programa anima. El programa *Super Solvers: Outnumbered!* de The Learning Company, es un programa muy creativo para conceptos matemáticos. Un problema verbal es presentado y los estudiantes tienen que imaginar como resolverlo. Viajan luego a diferentes recintos para resolver problemas que conduzcan a la captura del villano. La realimentación es dada a lo largo del camino. Las recompensas vienen en la forma de puntos que se dan al final del programa .

#### 4.1.2 Software educativo basado en la premisa de que el conocimiento se construye mediante la actividad del aprendiz.

El punto de vista constructivista, relacionado estrechamente con las teorías cognitivas, sociocognitivas y cooperativas del aprendizaje, considera que la actividad del sujeto con relación al aprendizaje, va más allá de un simple clic. El sujeto debe tener la posibilidad de confrontar todas las dificultades que se consideran propias de un investigador científico: percibir el problema, analizarlo, establecer hipótesis que llevarían a la solución, probarlas y rehacerlas, y por tanto cometer tantos errores como sea necesario, hasta arribar, con base en los resultados de las pruebas, a la que tenga más visos de resistir la mayor cantidad de “falsaciones”, para emplear un término de Popper. Cómo se ve, un programa que se base en este punto de vista sobre el aprendizaje, difícilmente puede tener la estructura de un *tutorial*, y difícilmente, también, pudo ser desarrollado en los inicios de la computación ya que requieren características muy potentes de hardware.

4.1.2.1 Las simulaciones y los micromundos: qué son, cómo funcionan, cómo están estructurados.

##### 4.1.2.1.1 Las simulaciones.

Los partidarios de la aproximación constructivista, consideran que es indispensable la actividad del sujeto que aprende para lograr esa construcción y que esa actividad involucra una estrecha relación con los objetos, sean reales o simulados. Dice Carretero (1994) que el alumno construye estructuras a través de la interacción con

su medio y los procesos de aprendizaje, es decir, de las formas de organizar la información, las cuales facilitan el aprendizaje futuro.

La actividad en cuestión es manifestada en el proceso del *aprendizaje por descubrimiento*, la *solución de problemas* o la *toma de decisiones*, en los cuales los sujetos son confrontados con una situación problemática que deben resolver, arribar al descubrimiento de una ley natural o principio científico o lógico o tomar la mejor decisión ante un problema.

El *aprendizaje por descubrimiento*, que lleva a la construcción del conocimiento, como lo plantea Bruner requiere la manipulación de los procesos en el ambiente. Según Bruner (1962), este tipo de aprendizaje posee la virtud de propiciar en el sujeto la apropiación de lo que aprende y la integración de lo aprendido a su mundo cultural interno. Pero además, el descubrimiento y la confianza que proporciona constituyen la propia recompensa por aprender y fortalece la capacidad inquisitoria que constituye el tema central de la educación. Aunado a lo anterior, el aprendizaje por descubrimiento lleva a una gran transferencia y retención del conocimiento (Travers, 1982), en cuanto que es el aprendiz quien lo organiza en términos de su propio interés y estructuras cognitivas. La razón para la transferencia es que durante el proceso de descubrimiento, se lleva un modelo que ya es conocido a un nuevo problema para convertir ésta a una forma que podemos resolver. Este proceso usado exitosamente refuerza su aplicabilidad como modelo que se transfiere a otras situaciones. Con esto, la retención y la transferencia tienen una base constructivista,

donde el sujeto está construyendo segmentos de su propio aprendizaje y su propia interpretación de lo que debe ser aprendido.

En la medida en que no siempre es posible enfrentar a los aprendices con los hechos del mundo por la peligrosidad de los procesos (procesos físicos como la reacción en cadena o químicos como la elaboración de una sustancia cáustica), por su extrema lentitud (como la evolución de la estrellas) o por su rapidez (como la vida de los quarks), la *simulación* de los mismos en un programa de computadora es la alternativa educativa para propiciar dicho aprendizaje por descubrimiento. Esto pone en el escenario de las consideraciones educativas tales programas, llamados así porque su propósito es recrear o replicar los eventos de la realidad en un ambiente computarizado que ponga al alcance de los estudiantes los procesos del ambiente real, que de otra manera serían inaccesibles a los mismos.

Definitivamente, tal recreación o simulación, sustentada en un modelo matemático, no es una réplica puntual del ambiente y sus procesos, sino de los factores relevantes del mismo atinentes a los propósitos educativos del aspecto del proceso que debe ser aprendido, lo cual constituye una ventaja didáctica ya que permite al aprendiz enfocarse en esos aspectos relevantes y evitar las divagaciones que atentan contra la eficacia de un buen aprendizaje. Además, tales programas de simulación, conducen a los estudiantes a aprender sobre los procesos involucrados en el descubrimiento y construcción del conocimiento (metacognición), lo que no sucede leyendo únicamente, sino haciendo.

Lo importante es la manipulación de las variables por el aprendiz y su control sobre el programa, cosa que no le permite el tutorial el cual le presenta únicamente información.

#### 4.1.2.1.2 Los micromundos

El concepto de *micromundo*, como el de *simulación*, se encuentra muy extendido en el ámbito del software constructivista. No obstante, parece ser que muchos de quienes hablan de él, o soslayan las simulaciones, o las consideran conceptos opuestos, o las consideran equivalentes. De esto procede mi afán de contrastar ambos conceptos con la intención de delimitar cada uno de ellos y, en su caso, aclarar en que punto son equivalentes. Veamos:

En <http://www.umcs.maine.edu/~larry/microworlds/microworld.html>, después de aclarar que micromundo es un término acuñado en el [MIT Media Lab Learning and Common Sense Group](#), se dice que Micromundo literalmente significa un pequeño mundo dentro del cual un estudiante puede explorar alternativas, probar hipótesis y descubrir hechos que son ciertos en ese mundo y se agrega que tal micromundo difiere de una simulación en que el estudiante es estimulado a pensar acerca de ese mundo como si fuera real y no como una simulación de otro mundo, diferencia que, desde mi punto de vista, los sitúa claramente en campos diferentes. Por ejemplo, mediante **Starlogo**, un lenguaje de programación desarrollado en el [MIT Media Lab](#) por [Mitchel Resnick](#), se pueden construir **micromundos** como el descrito en su libro: ["Turtles, Termites, and Traffic Jams: An Exploration in Massively Parallel](#)

["Microworlds"](#), en donde un estudiante puede poblar un mundo con un gran número de criaturas autónomas, cada una de las cuales tiene una serie de reglas simples para seguir y que son dejadas completamente libres para interactuar unas con otras, lo cual las lleva a conductas emergentes complejas y fascinantes. Estas criaturas, no tienen contrapartida en el mundo real, no simulan nada de lo que existe en el, son criaturas virtuales que siguen reglas creadas ex profeso para ellas.

Sin embargo, la diferencia establecida antes, y que situaría a los micromundos y a las simulaciones en campos diferentes y bien delimitados, ha venido diluyéndose con el tiempo; así, Wilson (1995), describe los micromundos como un estudio de caso apoyada por una **simulación** por computadora para resolver problemas, donde los usuarios (individuales o equipos) deben hacer selecciones estratégicas y vivir las consecuencias de las mismas, lo que les permite aprender que la suerte estratégica de sus esfuerzos se encuentra en gran medida en sus propias manos. En esta definición, desde mi punto de vista, ya se empieza a borrar la diferencia tajante entre el micromundo considerado como un ambiente cerrado y autocontenido, y la simulación, que tiene que ver con los acontecimientos de la vida real (los que son simulados) y no únicamente con criaturas virtuales inventadas o con hechos que solamente son ciertos para el micromundo.

Si nos atuviéramos a estas dos conceptualizaciones, podríamos concluir que mientras la simulación se basa en un modelo de un proceso existente, el cual es simulado, en el micromundo, los modelos (caso que los hubiera) no se relacionan con ningún proceso existente sino con procesos inventados: un mundo de entidades

virtuales que pueden vivir conforme a reglas creadas ex profeso que no tienen contraparte en el mundo real.

En la opinión de Rieber (1992), los micromundos parecen sinónimos de una simulación, pero las restricciones impuestas por el micromundo que limita el rango de posibles experiencias con él, produce resultados diferentes del de una simulación. Indudablemente que estas restricciones obedecen a la intención de incrementar la probabilidad de que el niño pueda y quiera interactuar con él.

En otro orden de cosas, el término micromundo se ha utilizado para referirse no solamente al ambiente de aprendizaje, sino al lenguaje de programación, y así, se ha hablado de Logo (lenguaje de programación creado por Papert y que da origen al término de micromundo), de StarLogo, de LegoLogo, de Logo Dacta, de Micromundo Pro, de Turbo Turtle, etc.

Sin embargo, como lo reconoce Zondlo (1995) de *ACCESS Learning Systems*, el concepto de micromundo ha evolucionado y ahora se ha hecho equivalente a las simulaciones, que no siempre están basadas en computadora, en los cuales los sujetos pueden vivir diferentes experiencias de aprendizaje, llevar a cabo experimentos, probar diferentes estrategias y construir una mejor comprensión de los aspectos del mundo real que el micromundo representa. Los micromundos, agrega el mismo autor, son un ambiente seguro que permite a los equipos tomar decisiones,

observar el impacto de las mismas, reflexionar y aprender para después aplicar lo aprendido a la solución de problemas del mundo real.

Siguiendo esta línea de razonamiento, Jonassen (1999), dice que los micromundos contienen simulaciones constreñidas de fenómenos del mundo real que permite a los aprendices controlarlos, y agrega que todos los micromundos son ambientes de aprendizaje exploratorio o espacios de descubrimiento (características que tienen las simulaciones como expliqué en líneas anteriores) en el cual los aprendices pueden navegar, manipular o crear objetos y probar sus efectos de uno sobre otro. Jonassen aclara que tales ambientes no necesariamente están basados en computadora, sino que la simplificación de un ambiente real puede ser considerado un micromundo, en la medida en que es un ambiente de aprendizaje controlado, en el cual los estudiantes pueden practicar nuevas habilidades y conocimientos. Con esto podemos notar que el concepto de micromundo, acuñado por Papert a partir de la creación de Logo, se ha extendido más allá del ámbito de la computación para referirlo a situaciones reales simplificadas.

Actualmente, el término micromundo se usa para referirse tanto al lenguaje de programación como a las simulaciones creadas. Un ejemplo de micromundo, que cita Jonassen (op. Cit. P. 175) como uno de sus “favoritos”, es Interactive Physics. Este provee a los estudiantes con las *herramientas* para crear *experimentos* como los del **plano inclinado** y las **fuerzas vectoriales**, aserción que, desde mi punto de vista, marca claramente la distinción entre la *herramienta* - el lenguaje de programación-, y las simulaciones creadas con ella: los experimentos del plano

inclinado y las fuerzas vectoriales.

En otro orden de cosas, existen softwares, como Stella, descrito en este mismo capítulo en el apartado de las simulaciones, que pueden considerarse equivalentes al micromundo que acabamos de describir, y que no son denominados explícitamente micromundos, por lo que, se puede colegir, y esta es mi opinión, que también se usa como denominación comercial, como una marca registrada, o para un grupo de software que provengan de una tradición, por ejemplo, la tradición generada en Papert.

Con base en los anteriores argumentos, principalmente en los de Rieber, Jonassen y Zondlo, preferiremos continuar hablando de simulaciones para referirnos al tipo de software que propicia la construcción de aprendizajes.

4.1.2.1.1.1 Tipos y ejemplos de simulaciones.

4.1.2.1.1.1.1 La clasificación de Alessi y Trollip. Las simulaciones, según Alessi y Trollip (1995), se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Las simulaciones *acerca de* y las simulaciones sobre *cómo*.

La primera clasificación se subdivide en *simulaciones físicas* y de *proceso* y la segunda en *simulaciones de procedimiento* y *situacionales*.

El cuadro siguiente ayudará a visualizar lo expuesto:

SIMULACIONES	
<b>FÍSICAS</b>	<b>DE PROCEDIMIENTO</b>
<b>PROCESOS</b>	<b>SITUACIONALES</b>

4.1.2.1.1.1.1.1 **Simulaciones acerca de.** Estas tienen como objetivo fundamental el de informar sobre cómo son las cosas y cómo funcionan y cuál es la dinámica de los procesos que existen. Dentro de ellas podemos distinguir las simulaciones físicas y las simulaciones de procesos.

4.1.2.1.1.1.1.1.1 **Simulaciones físicas**

En las *simulaciones físicas*, un objeto o fenómeno físico es representado en la pantalla, como el movimiento de los glaciares, la formación del rayo o de la lluvia.

Un ejemplo típico de *simulación física*, lo constituye la simulación en el cual el sujeto debe calcular el mejor ángulo de tiro y la velocidad del disparo de un cañón simulado en la pantalla, para acertar en un blanco (Cabrera, 1986. Citado en Alessi y Trollip).

Otro ejemplo lo constituye el programa *Standing Waves* de Lane (1984, citado en Alessi y Trollip), el cual le presenta gráficamente al estudiante las ondas y sus movimientos y le permite manipular la forma, amplitud y frecuencia de las mismas, y

además, la posibilidad de lentificarlas, descomponerla en sus componentes e integrar efectos relativistas.

Existen, dentro de esta categoría de simulaciones las que muestran cómo funciona un motor de combustión interna, cómo afecta la superficie de la tierra un terremoto, cómo giran los planetas alrededor del sol o cómo funciona un sistema climático.

#### 4.1.2.1.1.1.1.2 Las simulaciones de proceso

Las *simulaciones de proceso*, están encaminadas a informar sobre conceptos o procesos que no son visibles: cómo la ley de la oferta y la demanda afecta los precios, cómo crece y declina una población, cómo se relacionan los diferentes elementos de un ecosistema.

Un ejemplo de este tipo de simulación es *Catlab* de Kinnear (1982), que le permiten al estudiante estudiar las leyes de la genética con base en los apareamientos que puede hacer de diferentes parejas de gatos cuyas características fenotípicas él determina: color de ojos, de pelo, forma de las orejas, del hocico, etc.

Otro ejemplo lo constituye *Balance: A simulation of Predatory/Prey relationship* de Luncsford (1981) que le permite al estudiante comprender la relación entre los elementos de una cadena alimenticia en un ambiente ecológico, en este caso entre una población de lobos y venados.

En todas las anteriores simulaciones el sujeto puede manipular los parámetros de los elementos simulados, establecer sus hipótesis y observar en qué medida éstas se cumplen, y repetir el proceso una y otra vez.

#### 4.1.2.1.1.1.2 ***Simulaciones sobre cómo***

Estas están encaminadas a conducir el aprendizaje de cómo usar las cosas o como manejar situaciones sociales. Podemos distinguir en ellas las simulaciones de procedimientos y las simulaciones situacionales.

#### 4.1.2.1.1.1.2.1 **Simulaciones de procedimientos**

En las *simulaciones de procedimientos* se pretende que el sujeto aprenda una secuencia de acciones que conforman un procedimiento como usar una calculadora, diagnosticar el mal funcionamiento de una computadora, combinar sustancias químicas para obtener otra, etc.

Las *simulaciones de procedimientos* frecuentemente contienen objetos físicos simulados ya que el desempeño del estudiante debe imitar el procedimiento real de operar una entidad física; no obstante, a diferencia de las *simulaciones de procedimientos*, en la simulación física los objetos por sí mismos son el foco de atención, mientras que en aquella es el procedimiento, aprender cómo hacer algo y no cómo funciona algo.

*Operation Frog*, de Scholastic Software's familiariza a los estudiantes con la estructura y componentes de un sistema corporal. Puede tomar el lugar de un trabajo de disección de una rana real. Para muchas escuelas es menos caro ya que se puede hacer la disección simulada cuantas veces se quiera sin estar comprando ranas cada vez. Muchos maestros encuentran que la simulación ofrece una alternativa efectiva a los laboratorios, ya sea para preparar a los estudiantes para hacer buen uso de los laboratorios reales como para continuar con los experimentos originales haciendo múltiples variaciones del mismo en el programa de simulación.

Un tipo importante de las *simulaciones de procedimientos* lo constituyen los diagnósticos simulados, que requieren que el estudiante determine cuál es la causa de un problema y sus soluciones, como sucede con los diagnósticos médicos en que el estudiante debe determinar el problema que afecta al paciente y prescribirle tratamiento adecuado.

Una característica primordial de las *simulaciones de procedimientos* es que no existe una única secuencia correcta que debe ser aprendida aunque sí unas más eficientes que otras.

#### 4.1.2.1.1.1.2.2 **Simulaciones situacionales**

Las *simulaciones situacionales* se relacionan con las actitudes y las conductas de la gente en diferentes situaciones y no con la habilidad del desempeño. A diferencia de las *simulaciones de procedimiento* que enseñan una serie de reglas, las

*simulaciones situacionales* usualmente permiten a los estudiantes explorar los efectos de diferentes aproximaciones a una situación, o jugar diferentes papeles en las mismas con lo cual el estudiante se integra a las mismas al representar uno de los papeles principales mientras la computadora representa el otro.

Un ejemplo de este tipo de simulación es *School Transactions*, de Lunetta (1984), un programa para profesores en formación que simula situaciones difíciles en el manejo del salón de clases con las cuales el estudiante es confrontado: desaparición del equipo de laboratorio, hacer trampas al resolver un examen, para cada una de las cuales se tiene que tomar una decisión sobre que hacer. Como consecuencia de la acción tomada la situación puede ser resuelta, empeorar o seguir igual.

En una simulación titulada *Biznes*, de Shenk (1983), por ejemplo, el estudiante juega el papel del ejecutivo de una compañía que toma su decisión anual sobre el número de empleados, inversiones, producción y ventas. La simulación determina el ingreso y provecho por cada año. El estudiante puede modificar sus selecciones y compararlas para determinar las mejores combinaciones para que la compañía y su ingreso crezcan.

4.1.2.1.1.2 La clasificación de Gredler. Gredler (1994), basándose en su convicción de que las simulaciones se caracterizan por las actividades en las que los sujetos están comprometidos y las clases de decisiones que deben hacer, propone clasificar a las simulaciones con base en la dinámica de las interacciones producidas por la simulación. Así, establece dos grandes categorías de simulaciones: las

*simulaciones de decisión táctica* y las *simulaciones de procesos sociales*, cada una de las cuales con subcategorías particulares.

Según Gredler, las simulaciones de decisión táctica son un grupo de ejercicios en los cuales el foco lo constituye la interacción de los participantes con problemas o crisis explícitos cuyo objetivo principal es desarrollar las estrategias cognitivas de los participantes: sus capacidades de selección, organización, interpretación y manejo de datos. En contraste, las simulaciones de procesos sociales son aquellos ejercicios cuyo foco es la interacción entre las personas y las maneras en que las creencias, suposiciones, metas y acciones de cada una pueden ser obstaculizadas o apoyadas por las de las otras.

Gredler compara esas dos grandes categorías de simulaciones con base en los siguientes parámetros:

- a) la tarea básica establecida para los participantes,
- b) el foco de atención del participante,
- c) el papel del problema en la simulación,
- d) las actividades esenciales para el éxito de los participantes, y
- e) la forma principal de reacción a las acciones de los participantes.

Y con base en ellos construye la siguiente tabla en la que se contrastan esas dos categorías:

Tabla 1.1 *Características fundamentales de las simulaciones de decisión táctica y de proceso social.*

COMPONENTE	SIMULACIONES DE DECISION TACTICA	SIMULACIONES DE PROCESO SOCIAL
a. la tarea básica establecida para los participantes.	Interactuar con un problema complejo y cambiante o crisis, y resolverlo o superarla	Interactuar con otros miembros de un grupo social para alcanzar una meta social o política particular o para abordar un reto particular.
b. el foco de atención del participante.	Un escenario cambiante de un problema complejo o crisis que depende de la interpretación de datos y el manejo de una resolución.	Acciones ejecutadas por otros participantes y los efectos sobre nuestra propia suposición, metas y estrategias
c. El papel del problema en la simulación.	Explícitos –son la razón de ser de la simulación	Implícitos – surgen de los conflictos de metas o acciones de los participantes.
d. las actividades esenciales para el éxito de los participantes.	Percibir, interpretar y organizar datos, implementar estrategias derivadas de la interpretación de datos	Uso de varios tipos de comunicación social, incluyendo entrevistas, escritura, edición, persuasión, negociación, confrontación, etc.
e) la forma principal de reacción a las acciones de los participantes.	Cambios en la naturaleza o estatus del problema	Reacciones de los otros participantes

4.1.2.1.1.2.1 **Las simulaciones de decisión táctica.** Dentro de las simulaciones de decisión táctica, podemos distinguir las *simulaciones diagnósticas*, las *simulaciones de manejo de crisis* y las *simulaciones de manejo de datos*, caracterizada cada una por la forma particular en que se manejan e interpretan los datos y por el contexto básico en el cual esas habilidades deben ser ejecutadas: un problema complejo y cambiante, una crisis inminente o el manejo continuo de recursos financieros o económicos, que exigen del aprendiz diversas habilidades tales como la selección de datos para proporcionar indicios para el problema o crisis, la interpretación de los datos, la implementación de una estrategia para resolver la

situación y, cuando es necesario, el monitoreo y ajuste de la estrategia (tabla 1.2).

Tabla 1.2 Tipos de simulaciones de decisión táctica

TIPO	FOCO	EJEMPLOS
Diagnóstico	Los participantes colectan datos y definen la naturaleza o esencia de un problema complejo e implementan estrategias basadas en la interpretación de los datos.	
Manejo de cliente	Los participantes asumen el rol de un maestro, psicólogo escolar, médico u otro profesional y diagnostica y maneja los problemas de un estudiante, paciente u otro cliente, por ejemplo: determinar las causas de las dificultades para el aprendizaje de un alumno y elaborar y aplicar una estrategia para que las supere.	Cualesquiera de una variedad de simulaciones de manejo de pacientes o clientes en las ciencias de la salud, trabajo social u otros campos.
Resuelva el misterio	Los participantes determinan las causas de un evento particular y/o ingenian una solución o escape del problema	In the Hot Seat (1984, investigación de un accidente aéreo)
Manejo de crisis	Los participantes tratan de evitar o minimizar una amenaza inminente o daño a un negocio, servicio social, industria o un sistema social, económico o político.	<i>Atlantis</i> (1985, simulación de manejo de un desastre)
Manejo de datos	Los participantes manejan una serie de datos en un esfuerzo de alcanzar plenamente las metas establecidas, típicamente para mejorar el estatus de una institución o de un individuo	<i>On the campaign trail</i>

### *Simulaciones diagnósticas*

En estas simulaciones los participantes enfrentan una descripción incompleta de un problema multifacético y se les exige buscar datos adicionales para determinar la naturaleza del problema para luego implementar estrategias para resolverlo.

En la tabla 1.2 se echa de ver que existen dos subdivisiones en esta categoría: la simulación de manejo de cliente y la denominada resuelva el misterio. En la primera el foco es el diagnóstico y tratamiento del problema de un cliente en particular, una enfermedad, por ejemplo, mientras que en la segunda se trata de determinar las causas de un evento, por ejemplo de un accidente. En ambos tipos de simulaciones diagnósticas, los participantes abordan una situación para la cual deben deducir la naturaleza exacta del problema y resolverlo.

#### *Simulaciones del manejo de crisis*

Estas simulaciones, a diferencia de las simulaciones diagnósticas, son precipitadas por un escenario que prefigura una crisis inminente o desastre natural o industrial a nivel comunitario, regional, nacional o internacional. El foco en ese tipo de simulaciones es la interpretación de datos y la asignación de recursos para prevenir, aliviar o terminar con una situación peligrosa o amenazante. Un ejemplo es *Atlantis* de Richtie (1985), que aborda el problema del análisis de la crisis y el manejo de recursos en un desastre. Los participantes evalúan la situación e ingenian varias formas de rescate, alivio y utilización de recursos.

#### *Simulaciones de manejo de datos.*

La tarea en las simulaciones de manejo de datos es asignar recursos económicos a cualesquiera de varias variables para alcanzar una meta particular. La meta a largo plazo es mejorar el status de una institución, grupo o individuo.

Un precursor de las simulaciones de manejo de datos es *The Sumerian game*, de 1960. En ella, el estudiante asume el rol de Luduga I, sacerdote-rey de Lagash, en Mesopotamia, y administra la cosecha anual de granos durante varios periodos. Se enfrenta con problemas tales como incendios en los graneros, inundaciones, una población creciente y las necesidades del comercio externo tratando de alcanzar, la meta de acumular el grano excedente para apoyar el desarrollo de artefactos y otras actividades.

4.1.2.1.1.2.2 **Las simulaciones de procesos sociales.** Mientras el foco de las simulaciones de decisión táctica es un problema cambiante que depende del manejo e interpretación de datos en la búsqueda de una solución, el foco de las simulaciones de procesos sociales lo constituye las varias formas de interacciones humanas en la persecución de metas sociales o políticas. Así, en éstas, los participantes funcionan como miembros de algún grupo: pobladores amenazados por la inminente construcción de una planta nuclear, un equipo que trata de elaborar un nuevo programa de transmisiones de radio o que pretende que niños con problemas de aprendizaje los superen. Los participantes intentan completar una tarea asignada en un contexto social en el cual las acciones ejecutadas por los otros participantes y sus reacciones a la propia conducta de uno mismo, son factores clave en la planeación y ejecución de las estrategias para alcanzar la meta, que incluyen la entrevista, redacción, cuestionamiento, edición, negociación, persuasión, confrontación, etc.

En esta categoría se pueden diferenciar tres tipos de simulación (ver tabla 1.3): de *sistema social*, de *habilidades de lenguaje y comunicación* y de *insight y empatía*.

Tabla 1.3 Simulaciones de procesos sociales

TIPO	FOCO	EJEMPLOS
Sistema social	Los participantes se comprometen en la dinámica de los procesos sociales o políticos que forman la <i>estructura</i> de grupos sociales organizados	
Multi-agenda	Los participantes en diferentes roles intentan alcanzar diferentes metas sociales o políticas	Inter-nation simulación St Philip (1983)
Single-agenda	Los participantes, como miembros de un grupo, experimentan un proceso particular o mecanismo en el sistema social que contradice sus expectativas o suposiciones aceptadas	The number game Talking Rocks (1982)
Habilidades lingüísticas y de comunicación	Los participantes son puestos en una situación desafiante en la que se usa intensivamente el lenguaje; deben extender sus habilidades lingüísticas y de comunicación para superar el desafío.	Radio Covingham (1984) Space Crash (1982)
Empatía/insight	Los participantes sufren un evento frustrante o traumático y luchan para funcionar en la condición negativa	Me the slow learner (1983)

#### *Simulaciones de sistema social*

El foco en las *simulaciones de sistema social*, es la *estructura compleja de relaciones que se encuentra en las sociedades organizadas*. Los dos subtipos, multiagenda y uniagenda, difieren en el rango de procesos que son abordados y en la naturaleza de las contingencias para la conducta de los participantes.

En la simulación multiagenda, los roles que desempeñan cada uno de los participantes, ponen en movimiento la dinámica de la simulación. Ejemplos son *Inter-nation simulación* y *St Philip*.

En *Inter-nation simulation*, los participantes funcionan como representantes de naciones hipotéticas, miembros de una organización internacional que producen un periódico mundial. En cada ciclo, son llevadas a cabo alianzas militares, acuerdos de comercio, tratados económicos y otras actividades. Los tomadores de decisiones son constantemente encarados con diversos eventos dentro de sus amplias áreas de responsabilidad, ilustrando la dificultad de mediar en varios frentes a la vez.

*St Philip*, en contraste, se sitúa en una isla hipotética del caribe. Los participantes asumen nombres y roles de miembros del parlamento correspondientes a partidos diferentes, etc. Los temas conflictivos del desarrollo del turismo y daño al ambiente y modo de vida de la isla son análogos a una variedad de situaciones contemporáneas.

Las uniagenda, en contraste, establecen una situación en la que los participantes como grupo, experimentan un mecanismo social particular o proceso que contradice las suposiciones y expectativas típicas. Ejemplos son *The number game* y *Talking Rocks* desarrollados por Robert F. Vernon en 1982. En el primero, los participantes experimentan los efectos de un cambio en la estructura organizativa del salón de clases que pasa de ser competitiva a colaborativa. Los participantes en *Talking Rocks* experimentan las dificultades de construir para otros, mensajes de información

importantes para la supervivencia en la ausencia de un sistema escrito. Como se habrá notado, en las multiagenda encaran, como grupo, varios problemas simultáneamente, mientras que en las uniagenda encaran, como grupo, un problema a la vez.

*Simulaciones de habilidades lingüísticas y de comunicación.*

El propósito principal de las simulaciones de habilidades lingüísticas y de comunicación es establecer tareas que involucren a los sujetos en actividades de comunicación a partir de proveerles oportunidades para practicar diferentes habilidades como entrevista, redacción, reportaje, tomar notas, edición, presentación de caso, escuchar, negociar, etc. Dos ejemplos son Radio Covingham y Space Crash de Jones, (1984,1982).

En la primera, los participantes producen y trasmiten un programa de radio nuevo, mientras que en la segunda los seis miembros de una tripulación, cuya nave cayó en un lugar desconocido, deben comunicarse unos con otros para sobrevivir.

Como se ve, en este tipo de simulación, las habilidades de lenguaje son un medio crítico para lograr una meta interesante y desafiante. En la medida en que los participantes se involucran en las actividades, amplían sus capacidades para enfrentar el desafío.

*Simulaciones Empatía/insight*

Estas simulaciones se caracterizan por poner a los participantes en una situación frustrante, traumática o debilitante y los hace vivir los sentimientos y frustraciones experimentadas con el objetivo de que, después de la experiencia, puedan analizar cómo influyen esos sentimientos en su actividad de aprendizaje y encontrar los mecanismos para superar esos sentimientos negativos. Por ejemplo en *Me the slow learner de Thatcher*, (1983) los participantes son profesores en formación o en servicio y representan a alumnos de lento aprendizaje en un salón de clases. Tienen diferentes discapacidades y se les dan 24 minutos para completar la tarea, las cuales son casi imposibles de resolver para provocar sentimientos de frustración en ellos.

4.1.2.1.1.1.3 La clasificación de Min. Una clasificación diferente de simulación por computadora es la que ofrece Rick Min (1995) de la Universidad de Twente, Holanda

El mencionado investigador considera que es necesario distinguir, al menos, tres clases diferentes de simulación por computadora cada una de las cuales tiene sus características específicas internas:

4.1.2.1.1.1.3.1 Simulación de conversaciones

4.1.2.1.1.1.3.2 Simulación de la conducta de un experto

4.1.2.1.1.1.3.3 Simulación de fenómenos o simulación basada en un modelo

4.1.2.1.1.3.1 **Simulación de conversaciones.** Como se desprende de su nombre, este tipo de simulaciones, imita la conversación entre hombre y computadora, por ejemplo, la conversación entre un médico y su paciente que involucra la elaboración de la historia clínica y la prescripción del tratamiento. Ejemplos de esto son los programas de Verbeek (1986), el programa de entrenamiento *Anamnese*, de Men y Ephraim (1979) y el *MacCoat* de Van Oenen (1989).

En este tipo de simulaciones, el estudiante tiene que ser capaz de plantear una serie de preguntas con un mínimo de ayuda. El paciente simulado responde a las preguntas del futuro médico.

En seguida se presenta un ejemplo de tal conversación simulada del programa *Anamnese*.

En la pantalla de la computadora aparece una lista de preguntas:

1. ¿Sufre de apatía?
2. ¿Sufre de fatiga?
3. ¿Sufre de dolor en su pecho?
4. ¿El dolor se irradia un sus brazos?

El estudiante selecciona una o más preguntas y recibe una respuesta del paciente simulado después de haber tecleado el número de la pregunta:

3. No, no sufro de dolor en mi pecho.
1. Sí, he estado sintiendo apatía las últimas semanas.

Con base en las respuestas, el estudiante elabora un diagnóstico que el programa le dice si está bien o mal.

4.1.2.1.1.3.2 **Simulación de la conducta de un experto.** En esta forma de simulación, el núcleo del programa es un sistema experto o una base de conocimiento. Esta forma es usualmente llamada Instrucción Inteligente Asistida por Computadora.

Un ejemplo de simulación de un experto lo constituye el programa *Physican / Arts*. El experto simulado contesta después de que el estudiante ha introducido un gran número de datos. El fragmento que sigue, procede de este programa y trabaja con condicionales.

El programa comienza preguntando:

¿SIENTE ALGÚN DOLOR MIENTRAS SE EJERCE PRESIÓN?

El estudiante responde, digamos, **sí**.

El programa continúa con la siguiente pregunta:

¿SIENTE DOLOR EN MEDIO DE SU ESTERNÓN?

El estudiante responde **sí**, nuevamente y el programa presenta la siguiente pregunta:

¿LE DUELEN LAS PIERNAS?

Ahora la respuesta es **no**; el programa continúa preguntando hasta que se completa y el experto simulado emite su diagnóstico:

EL DIAGNÓSTICO MÁS PROBABLE, CON UNA PROBABILIDAD DE 89%, EN MI OPINIÓN ES:  
ANGINA DE PECHO.

4.1.2.1.1.1.3. Simulación de fenómenos basada en un modelo. La simulación de fenómenos casi siempre involucra fenómenos que pueden ser descritos con un modelo matemático. Min (op. Cit.) la considera como la clase más importante de simulación por computadora y le denomina “*simulación real*” que define como el software educativo que permite al estudiante aprender cómo funciona la realidad en sus propias manos y agrega que esta clase de simulación es una parte de lo que es llamado con frecuencia realidad virtual, que para él no son exactamente lo mismo.

Ejemplos de esta clase son los programas *Cardio* y *Fluids*.

Este tipo de programas, permite al estudiante experimentar con base en cambiar los valores iniciales de las variables, con el objeto de estudiar las reacciones del

contexto simulado e inducir un principio o ley que relacione los diferentes valores de las variables.

Otro ejemplo de un programa de simulación por computadora, es el de dos poblaciones viviendo en la vecindad de una llanura: una de liebres que comen pasto y otra de zorras que comen liebres.

El programa esta sustentado en un modelo que recurre a varios conceptos de física, química y biología y permite al estudiante inducir los diferentes principios que relacionan los elementos constitutivos de tal sistema ecológico.

#### 4.1.2.1.1.2 *La simulación y las habilidades de pensamiento de nivel elevado*

4.1.2.1.1.2.1 *La simulación y la toma de decisiones.* McLaughlan y Kirkpatrick en su artículo de 1999, *Una Simulación de Toma de Decisiones Usando la Comunicación Mediada por Computadora*, afirman que las simulaciones pueden ser usadas para familiarizar a los participantes con las complejidades de la negociación y toma de decisiones y que cuando se conjugan con las estrategias de comunicación mediadas por computadora es posible crear experiencias de aprendizaje educativamente recompensantes de una manera realista y flexible.

Los autores mencionados, reportan el desarrollo y uso exitoso de una simulación usando diálogo electrónico en un escenario educativo sobre temas asociados con la toma de decisiones en un sitio hipotético contaminado.

En la simulación, los participantes adoptan un rol funcional o carácter dentro del ambiente simulado o escenario: autoridades políticas, dueños de una fundición, personajes de la comunidad y su interacción entre estos en el contexto simulado, conduce al aprendizaje sobre los temas o problemas (Errington, 1997).

La simulación que reportan: *Manejo de sitios contaminados*, estuvo dirigida tanto a estudiantes postgraduados como a no graduados y sus módulos fueron desarrollados usando los principios del aprendizaje orientado a problemas (Felletti, 1993; Ross, 1984; Wilkerson & Hundert, 1991) y el aprendizaje experiencial (Reason & Heron, 1986) que requirió que los estudiantes resolvieran problemas y abordaran temas profesionales de la vida real para desarrollar habilidades y conocimiento relacionados en un contexto, el cual estimulaba los procesos de exploración, cuestionamiento o inquisición, y la construcción personal de representaciones para arribar a la identificación y comprensión de temas relacionados con el manejo de un sitio contaminado.

La simulación a que nos estamos refiriendo se había planteado los siguientes objetivos:

- Identificar las dimensiones políticas, sociales, económicas y científicas para tomar decisiones en relación con un conflicto ambiental en un sitio contaminado;

- Identificar las responsabilidades y las respuestas apropiadas para cada uno de los actores en la simulación; y
- Desarrollar las habilidades de comunicación, negociación y toma de decisiones.

El escenario involucró una compañía industrial que operaba una fundición que producía arsénico, en cuyos terrenos adyacentes, propiedad de la compañía, se había detectado que el agua y el suelo estaban contaminados, cosa que impactaba los recursos de la comunidad que incluían un río, marismas y la provisión de agua.

El escenario fue diseñado para permitir el conflicto entre los participantes, y así propiciar el desarrollo de la toma de decisiones, en los siguientes aspectos:

- Las investigaciones requeridas para determinar la significatividad de la contaminación del suelo y de los veneros sobre el medio ambiente de la comunidad; y
- Los niveles aceptables de la degradación ambiental para la comunidad y el ambiente

Obviamente que la simulación también pretendió desarrollar el conocimiento científico disciplinario necesario para conformar una base desde la cual los estudiantes pudieran comprometerse en la toma de decisiones profesionales.

Los autores, aseguran que tal simulación fue una herramienta efectiva para apoyar el aprendizaje sobre las dimensiones sociales, políticas, económicas y científicas involucradas en el manejo de sitios contaminados y que los usuarios valoraron particularmente la oportunidad para el desarrollo de habilidades de comunicación y negociación dentro de la simulación.

4.1.2.1.1.2.2 La simulación y la resolución de problemas. En un mundo en que la tecnología está cambiando rápidamente, los trabajadores necesitan estar en condiciones de pensar creativamente y resolver problemas de tal manera que una nación, cualquiera que sea, esté en posibilidades de ser o continuar siendo económicamente competitiva. Según Pogrow (1994), el logro de este objetivo requiere que la educación provea a sus estudiantes con las estrategias cognitivas que los capacite para pensar críticamente, tomar decisiones y resolver problemas.

Existe evidencia de que las simulaciones por computadora resaltan las habilidades de los estudiantes para la resolución de problemas al proporcionarles la oportunidad de practicar y refinar sus estrategias de pensamiento de nivel elevado (Quinn, 1993), en un ambiente simulado que les permite trabajar en conjunto (Faryniarz & Lockwood, 1992). En particular, los ejercicios de simulación basados en la teoría del aprendizaje por descubrimiento guiado, pueden ser diseñados para proveer motivación, exponer concepciones erróneas y áreas deficientes de conocimiento, integrar información y resaltar la transferencia del aprendizaje (Mayes, 1992).

En la educación tradicional según Leutner (1993), los profesores eran responsables del aprendizaje de los alumnos, a través de darles clases y de exigirles que memorizaran y recordaran. Ahora, con base en el descubrimiento guiado, se transfiere la responsabilidad de su educación a los estudiantes.

El descubrimiento guiado fue desarrollado por el Dr. Charles E. Wales en el Centro para el Diseño Guiado, de la Universidad de Virginia Occidental, el cual, en contraste con las actividades exploratorias no guiadas, se ha visto que es un método efectivo de aprendizaje (Veenman, Elshout, & Busato, 1994), en la medida en que estimula la interacción grupal y desafía a los estudiantes a usar recursos más allá de lo que está a su disposición en el salón de clases. Men (1993) evaluó el impacto de diferentes medios instruccionales en la retención de los estudiantes de diferentes temas y encontró que los estudiantes recuerdan únicamente el 10% de lo que leen; 20% de lo que oyen; 30% si observan imágenes relacionadas con lo que oyen; 50% cuando observan a alguien haciendo algo mientras lo explica; pero casi el 90% cuando hacen el trabajo por sí mismos aun cuando sea en una simulación. Así el descubrimiento guiado a través de laboratorios o simulaciones por computadora diseñados e implementados apropiadamente pueden revolucionar la educación.

A pesar de que la importancia de los laboratorios para la tecnología curricular no puede ser negada, García (1995) cita como ventajas de las simulaciones por computadora comparadas con las actividades de laboratorio las siguientes: la compra, mantenimiento y actualización del equipo de laboratorio es con frecuencia más caro que la computadora y su software y la seguridad de los estudiantes está garantizada en este ambiente de aprendizaje.

Thomas y Hooper (1989) aseguran que la eficacia de la simulación radica en su capacidad de secuenciación ya que la misma influencia la estabilidad de las estructuras cognitivas. Según Ausubel, (1968), el nuevo conocimiento se hace significativo al relacionarlo con el conocimiento previo y en la simulación esto se logra a través de la secuenciación.

De acuerdo con Gokhale (1991), las simulaciones usadas previamente a la instrucción formal, construye la intuición y alerta a los estudiantes sobre la naturaleza del proceso y usadas posteriormente a instrucción formal, ofrece al estudiante la oportunidad de aplicar el material aprendido.

De acuerdo con Pogrow (1994), una estrategia de aprendizaje que pretenda desarrollar habilidades de pensamiento de nivel elevado, involucra tres principios:

- ◆ La creación de un ambiente de aprendizaje intrigante,
- ◆ La combinación visual e interactiva de experiencias de aprendizaje que apoyen a los estudiantes a formar representaciones mentales y
- ◆ El desarrollo de arquitecturas cognitivas que unifique sus experiencias de aprendizaje.

Las simulaciones interactivas por computadora basadas en esta estrategia, ayudan a los estudiantes a crear explicaciones sobre los eventos y argumentar acerca de la

validez de las mismas usando una mezcla de sus propias ideas y conceptos técnicos en la simulación. Adicionalmente, las simulaciones que emplean un conjunto de medios ayudaran a cerrar la brecha entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los estilos de enseñanza de los instructores.

Lo anterior no significa que las simulaciones sustituyan totalmente otros recursos instruccionales como los laboratorios. Si tomamos en cuenta los principios del aprendizaje experiencial postulados por Dewey (Tanner, 1991), los estudiantes aprenden como resultado de hacer o experimentar cosas en el mundo y el aprendizaje ocurre cuando la actividad mental es integrada con la actividad física (Dewey, 1938; Smith, 1995). Así, la adquisición de habilidades manipulativas es posible únicamente a través del uso de instrumentos reales y datos experimentales reales, por lo tanto, para resaltar el aprendizaje del estudiante, la tecnología del currículum debe integrar las características efectivas tanto de las simulaciones por computadora como de las actividades de laboratorio.

Partiendo de las anteriores reflexiones, Gokhale condujo un estudio encaminado a examinar la efectividad de integrar la simulación por computadora basada en el descubrimiento guiado dentro de las actividades tradicionales del laboratorio, para resaltar la capacidad de solución de problemas de los estudiantes.

Después de hacer el análisis estadístico de los puntajes de las pruebas, se encontró que los estudiantes que usaron la simulación integrada con las lecciones en el laboratorio se desempeñaron significativamente mejor en la resolución de los

problemas que aquéllos que fueron enseñados solamente mediante el tradicional método de lecciones de laboratorio.

El software de simulación posibilitó a los estudiantes experimentar interactivamente con las teorías fundamentales y las aplicaciones de los aparatos electrónicos, proveyeron realimentación confiable e instantánea y proporcionaron a los estudiantes la oportunidad de ensayar diferentes opciones y evaluar la exactitud de sus ideas casi instantáneamente.

Basado en los resultados de este estudio se puede concluir que la integración efectiva de la simulación por computadora dentro de las lecciones tradicionales en el laboratorio resalta el desempeño de los estudiantes.

Las actividades de simulación por computadora constituyen, así, una alternativa educativa para motivar a los estudiantes dentro de las actividades de autodescubrimiento y de razonamiento dejando las actividades de laboratorio para los fines de la transferencia real del conocimiento.

4.1.2.1.1.3 Cómo se elabora un software de simulación. “Stella”, de High Performance Thinking Inc., es un software que entre otras cosas permite desarrollar programas educativos de simulación.

El programa en cuestión, de entrada nos invita, en un cuadro de menú, a revisar de manera general el programa y su funcionamiento y uno se ve tentado a escoger la primera opción:

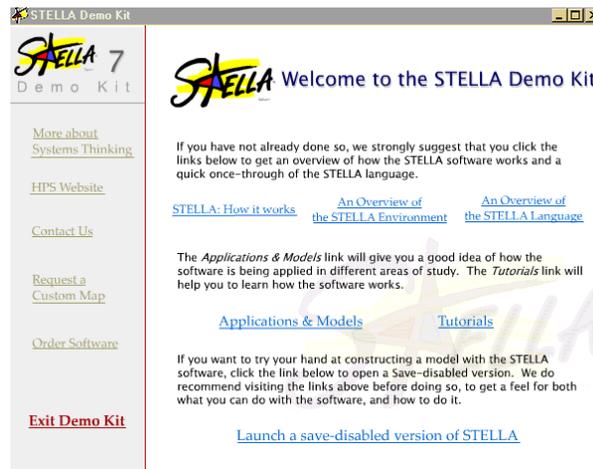


Fig.1

Cómo funciona Stella (Fig. 1), que nos lleva a la presentación resumida de su punto de vista sobre el aprendizaje utilizando la estrategia de contrastar la creencia común y tradicional de que el mismo consiste en llenar las cabezas de los estudiantes con conocimiento que enfatiza en un cuadro que muestra las cabezas de abiertas de dos estudiantes que sendas jarras llenan con el agua del conocimiento (Fig. 2).

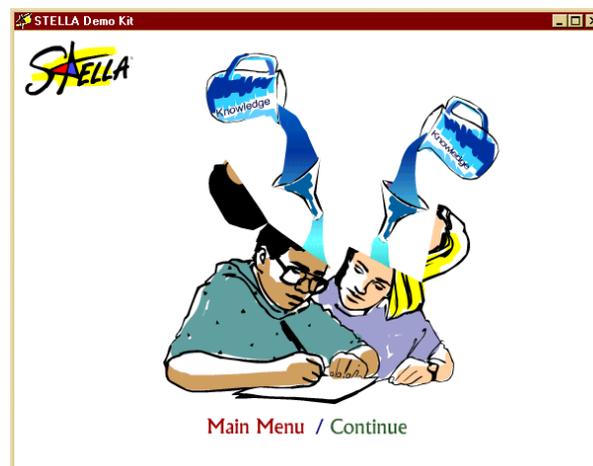


Fig. 2

y lo que Stella propone y nos explica en el cuadro siguiente en el que nos dice claramente que “Mucho de lo que sucede en las escuelas tiene que ver con llenar la cabeza de los estudiantes de conocimiento” y enfatiza que Stella es precisamente una herramienta para apoyar una clase diferente de aprendizaje, denominado construcción de la comprensión y para desarrollar la capacidad de construir esa comprensión” (Fig. 3).

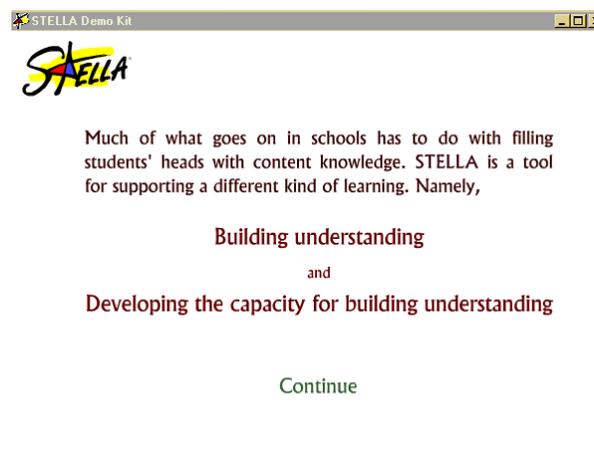


Fig. 3

Continúa en esta línea de razonamiento y enfatiza que la comprensión no se puede memorizar sino que tiene que ser construida por el sujeto que aprende y que esta construcción es inherente a la actividad dirigida por él mismo, por lo que Stella, con base en un lenguaje simple basado en iconos, posibilita a los estudiantes construir la comprensión de cualquier fenómeno dinámico –desde la dinámica de las poblaciones, las reacciones químicas hasta la dinámica de una obra de Shakespeare y cualquier cosa entre ellos, proceso de construcción que, según nos informa, nos va a presentar a continuación (Fig. 4).

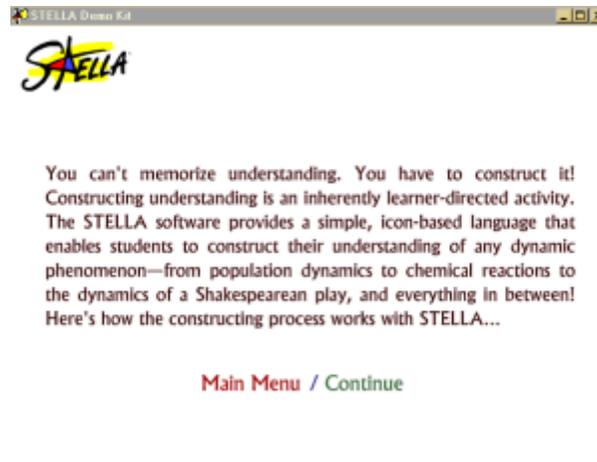


Fig. 4

Para describirnos tal proceso, nos informa que hay cinco bloques, que enmarca en una línea curva de color rojo, que pueden ser usados para construir un modelo o representar una hipótesis (Fig. 5).

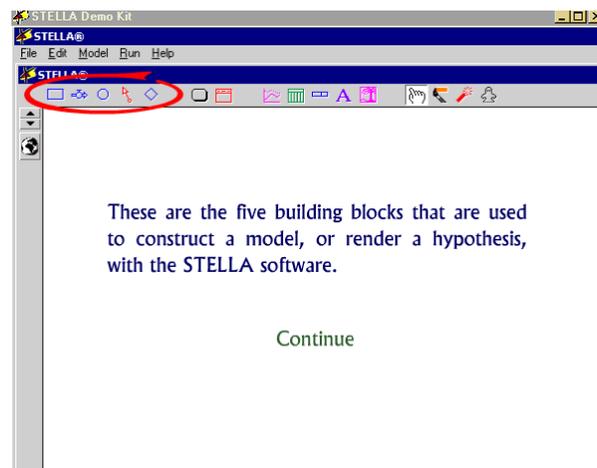


Fig.5

Y nos señala los bloques nombrándolos: *contenido*, *convertidor*, *flujo*, *decisión*, *conector de acciones* al tiempo que los va usando para mostrar como se construye un modelo, en este caso el que representa las relaciones que existen entre una población de renos y una de lobos que se alimentan de renos (Fig. 6).

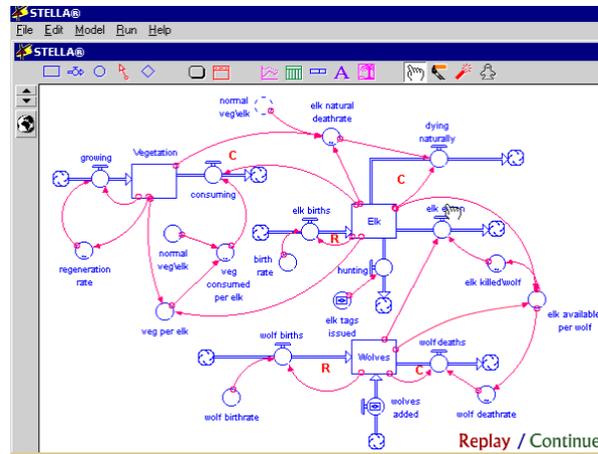


Fig.6

En la medida en que construye el mapa, como el mismo programa lo explica, Stella esta ocupada detrás de las escenas escribiendo ecuaciones basadas en los cuadros que se están creando, mapa que puede convertirse en un modelo simulado por computadora, haciendo clic en algunas pocas ecuaciones simples, bosquejar algunas curvas e introducir algunos números (Fig. 7), proceso que nos muestra en los cuadros siguientes.

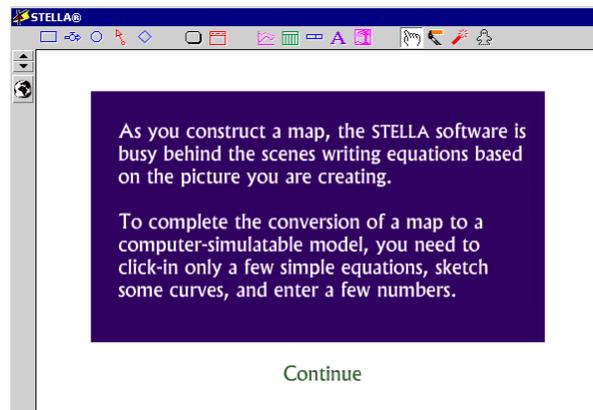


Fig.7

Convertir el mapa creado en Stella a un modelo simulado por computadora requiere primeramente que se haga clic en el conmutador del mapa/modelo (Fig. 8 y 9).

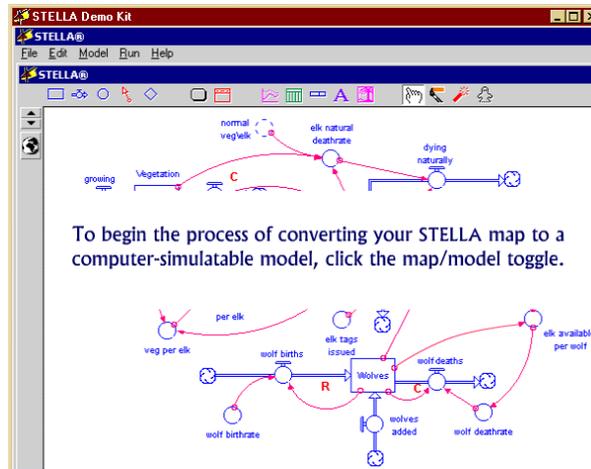


Fig.8

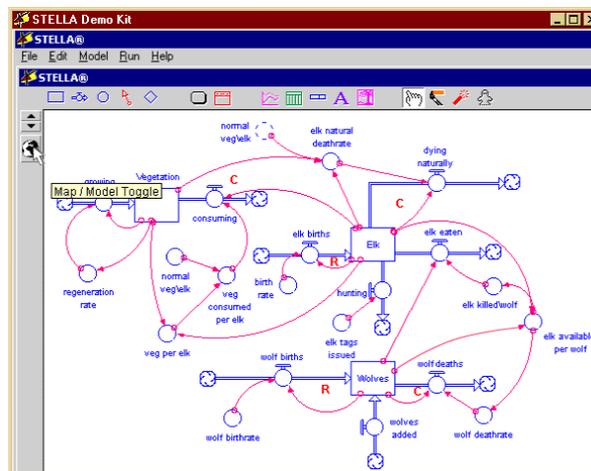


Fig.9

Hecho lo cual y después de hacer clic en el bloque correspondiente a renos (Fig. 10),

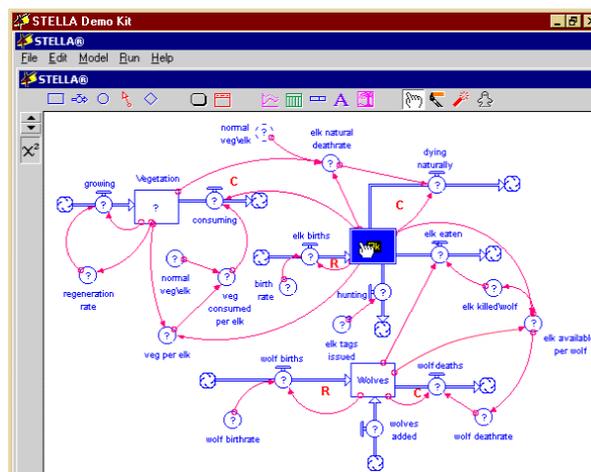


Fig.10

Stella nos muestra el siguiente cuadro de diálogo en el cual hay que hacer clic en *Document* (Fig. 11) que nos lleva a un cuadro en el cual empezamos a documentar que el bloque

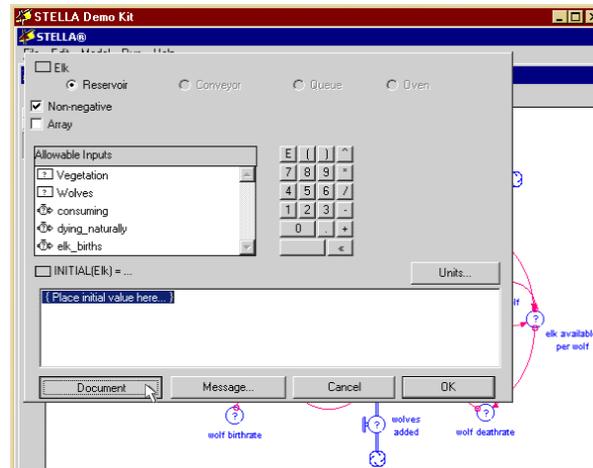


Fig.11

sobre el que hicimos clic representa “..el número de renos en el ecosistema”, por lo que en el espacio vacío de abajo donde se nos pide anotar el valor inicial anotamos el que consideremos conveniente, en este caso el software anota como ejemplo 1500 (Fig. 12).

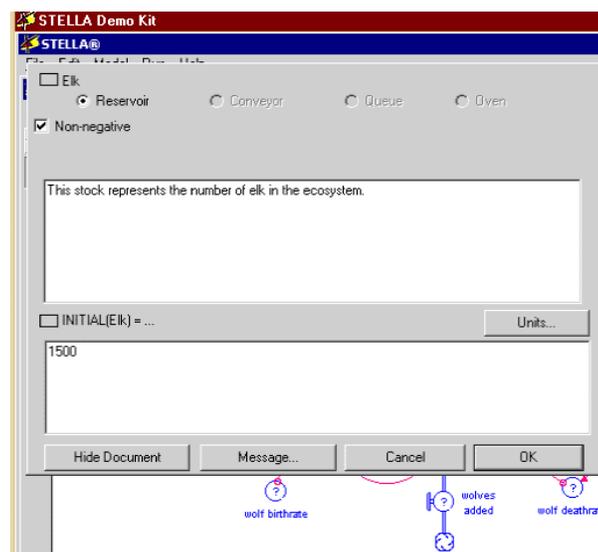


Fig.12

Se continúa ahora con la introducción de los valores que se consideran apropiados para nacimiento de los renos y la tasa de nacimiento haciendo clic en el icono *elk birth* (fig. 14) lo que nos abre el cuadro de diálogo (fig. 15)

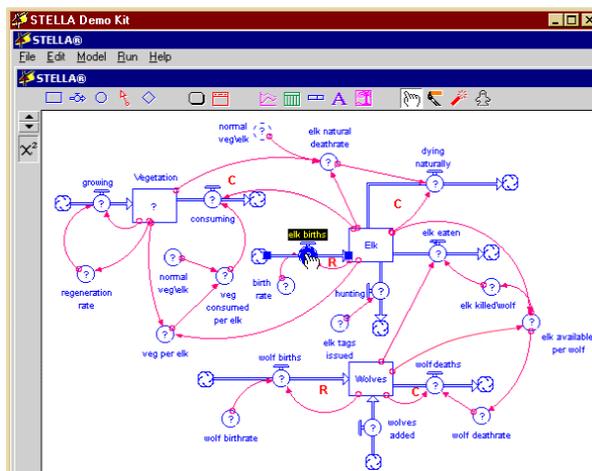


Fig.14

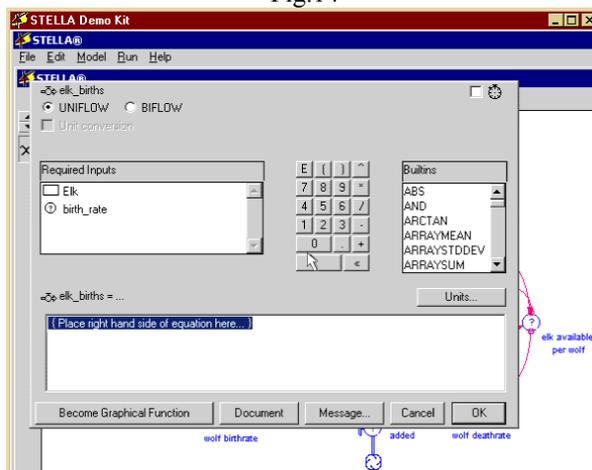


Fig.15

en el cual anotaremos esa tasa de nacimiento, para después de hecho lo cual Stella nos presenta el mapa actualizado (fig. 16) donde para continuar introduciremos el valor de la variable relacionada con *renos muertos por los lobos* que nos abrirá otro cuadro donde se pondrán los valores adecuados (fig. 17)

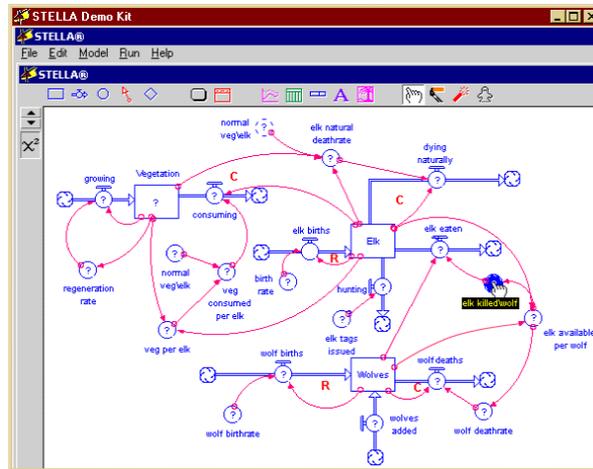


Fig.16

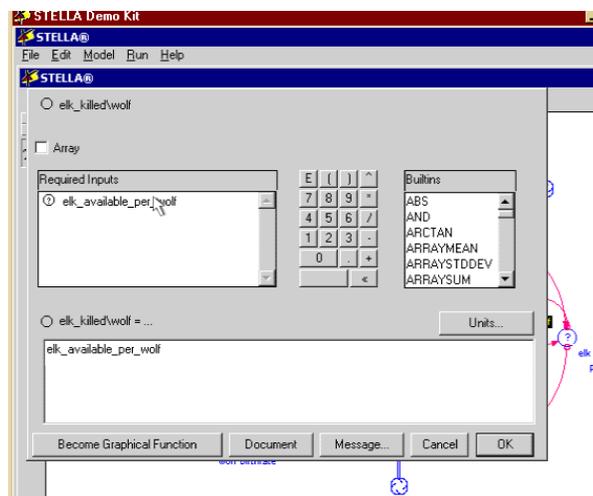


Fig.17

para llevarnos a un cuadro que muestra gráficamente la interacción de los valores (fig. 18).

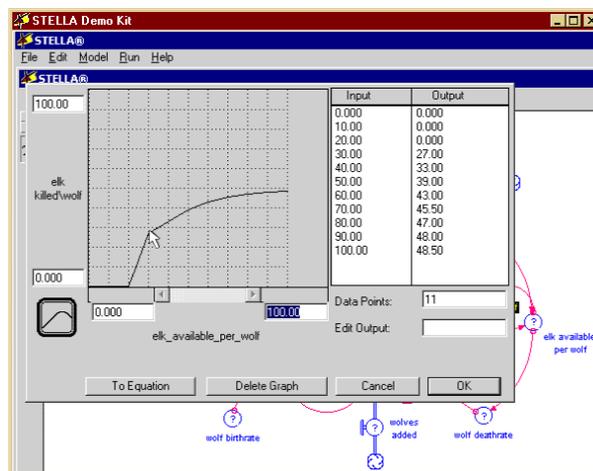


Fig.18

Se continúa en el mismo estilo de trabajo como se nos dice en la figura 19 y 20 que nos asegura que el modelo ya es una simulación que permite probar hipótesis.

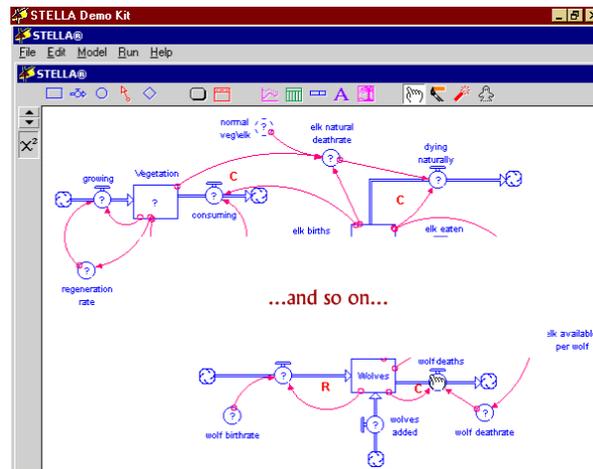


Fig.19

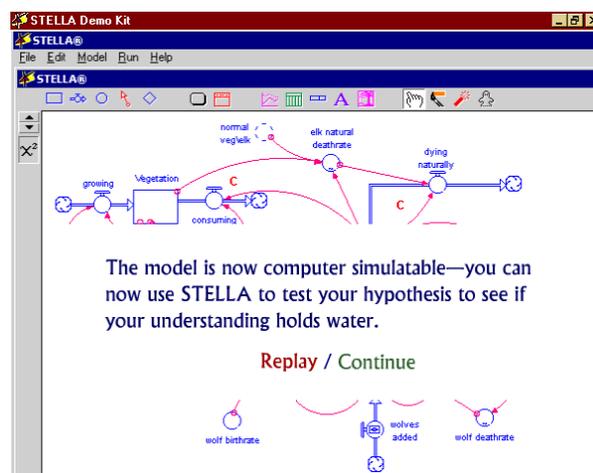


Fig. 20

## **CONCLUSIONES**

### **Generales**

- La sociedad del conocimiento actual exige el dominio de habilidades relacionadas con la informática.
- Debe propiciarse el aprendizaje de la manera de usar los medios informáticos para guardar información, recuperar información y sobre todo para apoyar la creación de nuevos conocimientos.
- Los aprendizajes mencionados, revisten particular importancia en aquéllos que se están formando como docentes en las escuelas normales, los cuales deben aprender a desarrollar entornos de aprendizaje que permitan a sus alumnos generar aprendizajes significativos, permanentes y altamente transferibles. Debe recuperarse, por lo tanto, la informática dentro del currículum de la formación de docentes en las escuelas normales.
- Se debe enfatizar el aprendizaje de los fundamentos teóricos expresados en las teorías del aprendizaje y de la instrucción, como condición para crear software educativo eficiente.

### **Con relación al software**

- Los programas educativos de simulación, basados en la aproximación constructivista, propician el desarrollo de habilidades cognoscitivas de nivel elevado como la solución de problemas, la toma de decisiones y el descubrimiento de principios o leyes científicas a través de lo que se llama el aprendizaje exploratorio que emula la actividad del científico.

- Los programas educativos de simulación, pueden ser usados para promover el aprendizaje colaborativo.
- Se debe tener siempre presente, que el software educativo es un recurso que debe estar apoyado por recursos llamados tradicionales como son los laboratorios, las explicaciones del profesor, las salidas al campo para trabar contacto con el mundo real de los fenómenos u objetos que es fuente de incitaciones al descubrimiento, al planteamiento de propuestas de explicación y de solución de los problemas detectados: Hacer crecer un frijol en un frasquito y observar ese crecimiento es mejor que observar un frijol virtual y su germinación virtual; enseñar a medir utilizando una regla virtual, no es tan eficaz para la transferencia y significatividad del aprendizaje como utilizar una regla real o su equivalente en una situación cotidiana, con los objetos que a diario entran en contacto con los alumnos. No obstante, cuando se trata de distancias enormes o sumamente pequeñas, el uso del software es indispensable, lo mismo que cuando se trata de situaciones peligrosas, o de procesos que abarcan lapsos demasiado pequeños o demasiado grandes, como la vida de los quarks o la evolución del universo.
- No es conveniente privar al alumno ni a nosotros mismos, del goce de una excursión y de los conocimientos que propicia, por el prurito de sentirnos profesores de avanzada si nos encerramos en un salón con el mejor programa de simulación que nos provea de un recorrido por un campo virtual extraordinariamente realista, cuando el mismo campo está frente a la escuela.

- Atkinson, C. (1976). Historia de la educación. México: Losada.
- Bernstein, D., Roy, E., Srull, T., Wickens, C. (1991). Psychology. Houghton Mifflin Company: Boston
- Bochensky, I.M. (1975). La filosofía actual. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bogus, S. (1995). From The Sophists To Chaos Theory.
- Dewey, J. (1929). La escuela y la sociedad. Educación 2001, 14, 30-32.
- Engels, F. (1977) El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre. Moscú: Progreso.
- Fermoso, E. P. (1981). Teoría de la educación. México: Trillas.
- Gardner, H. (1987). The Minds's New Science. A history of the cognitive revolution. Basic Books: USA.
- Gimeno Sacristán, J. (1995). La integración de la teoría del aprendizaje en la teoría y práctica de la enseñanza. En Pérez, G.A. y Almaraz, J. (1995) Lecturas de aprendizaje y enseñanza. Fondo de Cultura Económica: México.
- Gokhale, A. A. (1996). Effectiveness of Computer Simulation for Enhancing Higher Order Thinking. Journal of Industrial Teacher Education, 33(4), 36-46. Illinois State University
- Gredler, M. (1994). Designing and Evaluating games and simulations. A process approach. EUA: Gulf Publishing Company.
- Hannafin, M., Land, S. Y Oliver, K. (1999). Open Learning Environments: Foundations, Methods, and Models. En Reigeluth, Charles (editor) (1999). Instructional-Design, Theories and Models. A New Paradigm of Instructional Theories . Volume II. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers: New Jersey.
- Hummel, J. (1997). Operant Conditionig. [on line]. Disponible en <<http://www.valdosta.edu/~whuitt/psy702/behsys/operant.html>>
- Inciarte, E. (1986). Ortega y Gasset: Una educación para la vida. (Antología). México: El Caballito.
- Jaeger, W. (1978). Paideia. México: Fondo de Cultura Económica.
- Jaworski, B. 1991. Interpretations of a constructivist philosophy in mathematics teaching. Unpublished PhD Thesis. Milton Keynes: Open University.

- Johnson-Laird, Philip N. (1990). El ordenador y la mente. Paidós:Barcelona.
- Jonassen, D.H.; Peck, K.L.; and Wilson, B.G. (1999). Learning With Technology: A constructivist perspective. New Jersey: Prentice Hall.
- Jordi, Adell (1997) Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información, revista electrónica de tecnología educativa, núm. 7. noviembre 1997
- Kelton, W:D., Sadowski, R.P. Sadowski, D.A. (1998). Simulation with Arena. Singapore:McGraw-Hill.
- Koschmann, T. (1996) CSCL, Theory and Practice of an emerging paradigm. 1-23.Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Klotz, H.P. , Roelens, R., Laffite, V., Kartun, P., Albert, A., Follin, S. Angelergues, R., Sapir, M., Le Guillant, L., Aboulker, J., Beaulieu, E., Lévy, J.(1957) El aporte de Pávlov al desarrollo de la medicina. Buenos Aires: Psique.
- Lave, J. and Wenger, E. (1991) Situated learning: legitimate peripheral participation. New York: Cambridge University Press
- McLaughlan, R., Kirkpatrick, D. (1999) Australian Journal of Educational Technology. 15(3), 242-256.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97.
- Ornelas, C. (1996). El sistema educativo mexicano: La transición de fin de siglo. México: Fondo de Cultura Económica.
- Piaget, J., Inhelder, B. ( 1973). Psicología del niño. Madrid: Morata.
- Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006
- Raver, R.A (1999). Computer assisted instruction, a behavioristic view. [on line] Disponible en:< <http://www.coedu.usf.edu/rraver/html/BehaviorismIT.html>>
- Reigeluth, Ch.; Moore, J (1999). Cognitive Education and the Cognitive Domain. En Reigeluth, Charles (editor). Instructional-Design, Theories and Models. A New Paradigm of Instructional Theories . Volume II. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers: New Jersey.
- Rieber, L. P. (1992). Computer-Based Microworlds: A Bridge between Constructivism and Direct Instruction. Educational Technology, Research, and Development, 40(1), 93-106.
- Rogoff, B. (1993). Aprendices del pensamiento. Barcelona: Paidós.

Secretaría de Educación Pública (1996). Programa de desarrollo educativo 1995-2000. México: Comisión Nacional de los Libros de Texto Gratuitos.

Skinner, B. F. (1954). The Science of Learning and the Art of Teaching. Harvard Educational Review, 1954, 24, 86-97.

Snelbecker, Glenn, E. (1999). Current Progress, Historical Perspective, and some Tasks for the Future of Instructional Theory. En Reigeluth, Charles (editor). Instructional-Design, Theories and Models. A New Paradigm of Instructional Theories . Volume II. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers: New Jersey

Vygotsky, Lev Semenovich (1978). Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Eds. Michael Cole, Vera John-Steiner, Sylvia Scribner, and Ellen Souberman. Cambridge, MA: Harvard UP.

Vygotsky, Lev Semenovich (1986). Thought and Language. Cambridge, MA: Ed. Alex Kozulin.

Wilson, B. (1995). Metaphors for instruction: Why we talk about learning environments. [on line] *Educational Technology*, 35(5), 25-30. Disponible en: <<http://carbon.cudenver.edu/~bwilson/wils95>>