

EL APRENDIZAJE Y LAS TIC

En busca de
la alianza
estratégica

León Darío Fernández Bejancur



FONDO
EDITORIAL
ITM

The logo for Fondo Editorial ITM includes the text 'FONDO EDITORIAL ITM' in a serif font, with a stylized graphic of an open book or wings below the text.

EL APRENDIZAJE Y LAS **TIC** En busca de la alianza estratégica

León Darío Fernández Betancur



Fernández Betancur, León Darío

El aprendizaje y las TIC : en busca de la alianza estratégica : tesis doctoral / León Darío Fernández Betancur -- Medellín : Fondo Editorial ITM, 2014.
211 p. -- (Investigación científica)

Incluye referencias bibliográficas
ISBN 978-958-8743-56-1

1. Tecnologías de la información y comunicación 2. Aprendizaje 3. Proceso de enseñanza-aprendizaje
I. Tít. II. Serie

303.483 3 SCDD 21 ed.

Catalogación en la publicación - Biblioteca ITM

El aprendizaje y las TIC: En busca de la alianza estratégica

© LEÓN DARÍO FERNÁNDEZ BETANCUR

© Fondo Editorial ITM

Edición: octubre de 2014

Hechos todos los depósitos legales

Publicación electrónica para consulta gratuita

Rectora

LUZ MARIELA SORZA ZAPATA

Editora

SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ

Comité Editorial

HUMBERTO ALEJANDRO ROSALES VALBUENA, MSc.

SILVIA INÉS JIMÉNEZ GÓMEZ, MSc.

MARGARITA ROSA DÍAZ BENJUMEA, MSc.

YOLANDA ÁLVAREZ RIOS, MSc.

VIVIANA DÍAZ DÍAZ, Secretaria Técnica

Corrección de textos

LILA MARÍA CORTÉS FONNEGRA

Diagramación

ALFONSO TOBÓN

Director de tesis

Nicanor Ursua, PhD.

Universidad del País Vasco

Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación

Editado en Medellín, Colombia

Instituto Tecnológico Metropolitano

Calle 73 No. 76A 354

Tel.: (574) 440 5197 • Fax: 440 5382

www.itm.edu.co

Las opiniones, originales y citas del texto son de la responsabilidad del autor. El ITM salva cualquier obligación derivada del libro que se publica. Por lo tanto, ella recaerá única y exclusivamente sobre el autor.

Contenido

AGRADECIMIENTOS	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO 1. NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE.	
EL POR QUÉ Y EL PARA QUÉ DE SU IMPLEMENTACIÓN	15
1.1. ¿PARA QUÉ SE INTRODUCEN LAS TIC EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE?.....	18
1.1.1. ¿Técnica o tecnología?	19
1.1.2. ¿Tecnologías antiguas y nuevas tecnologías?	22
1.1.3. El concepto de aprendizaje: perspectiva pedagógica	24
1.1.3.1. Conductismo y Constructivismo: ¿enlazados por el cerebro? ¿sinónimos de algoritmos?	24
1.1.3.2. ¿Por qué se habla de Modelo pedagógico?	28
1.1.3.3. ¿Algoritmos en el aprendizaje?	30
1.2. LAS TIC EN EL AULA FACILITAN Y AGILIZAN PROCESOS.....	33
1.2.1. Las TIC como reemplazo del docente en el aula.....	33
1.2.2. Medios y Mediadores	34
1.2.3. Las TIC y su papel como motivadoras.....	36
1.2.4. Las comodidades ¿otro incentivo para el aprendizaje?.....	41
1.2.5. Lo bueno y lo malo de las TIC en el aula	43
1.2.6. Aprender es diferente de adquirir habilidades.....	48
1.3. LAS TIC Y LA REPRESENTACIÓN: UN CAMPO DE APLICACIÓN COMO APOYO PARA EL APRENDIZAJE.....	49
1.3.1. Los griegos.....	51
1.3.2. Lo social	53
1.3.3. Lo científico.....	55
1.3.3.1. La representación como imagen especular.....	55
1.3.3.2. Los modelos matemáticos como representantes de la realidad	56
1.3.3.3. Los modelos como herramienta de predicción	58
1.3.3.4. Los tecnofactos modernos como herramientas representacionales.....	60
1.4. LA TECNODEPENDENCIA: ¿OBSTÁCULO O CAMINO HACIA EL APRENDIZAJE?.....	61
1.4.1. Políticas gubernamentales: clave para el desarrollo de los países con el uso de las nuevas tecnologías	65

1.4.2.	Las TIC en el aula: ¿profesor o herramienta?	67
1.5.	RECAPITULACIÓN	70
CAPÍTULO 2. EL CONCEPTO DE APRENDIZAJE: PERSPECTIVA NEURONAL		72
2.1.	EL CEREBRO: EN LA SIMILITUD ESTÁ LA DIFERENCIA	74
2.2.	EL CEREBRO: LA EXPRESIÓN DE SU FUNCIONAMIENTO SE DENOMINA MENTE	77
2.3.	FUNCIONAMIENTO CEREBRAL. UN NUEVO CONCEPTO DE PLASTICIDAD	80
2.4.	APRENDIZAJE: UN MACRO-PROCESO RESULTANTE DE NANO COMPONENTES	84
2.4.1.	Química y electricidad: combinación básica para el aprendizaje.....	87
2.4.1.2.	Potencial de acción: lenguaje celular	94
2.5.	LA MEMORIA: UNA VERDADERA «TORRE DE BABEL»	98
2.5.1.	Niveles de memoria: clasificación del aprendizaje.....	104
2.5.2.	Memoria genética: movimientos de supervivencia.....	106
2.5.3.	Memoria adquirida: aprendizaje adquirido	109
2.6.	RECAPITULACIÓN	111
CAPÍTULO 3. APRENDIZAJE ACADÉMICO ANÁLISIS DEL PAPEL DE LOS DIFERENTES SENTIDOS EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE		114
3.1.	LA VISIÓN: SU IMPORTANTE PERO PRESCINDIBLE PAPEL EN EL APRENDIZAJE	116
	P 5 K 8 O M	119
	Amarillo, Azul, Verde, Naranja, Rojo, Negro.....	126
3.2.	EL OÍDO: COMPLEMENTO IMPORTANTE PARA EL APRENDIZAJE	127
3.3.	INTERÉS, MOTIVACIÓN Y CONCIENCIA. LA TRILOGÍA DEL APRENDIZAJE	133
3.3.1.	Interés, motivación o metas	135
CAPÍTULO 4. LAS TIC EN EL APRENDIZAJE		151
4.1.	GENERALIDADES DE LAS TIC. SUS BONDADES Y AMENAZAS	152
4.2.	LAS TIC Y LA COMUNICACIÓN. ¿EXISTE UNA VERDADERA COMUNICACIÓN A TRAVÉS DE LAS REDES SOCIALES?	156
4.2.1.	Comunicación a distancia: ¿comunicación incompleta?	156

4.2.2.	Comunicación cara a cara: más que palabras, lenguaje no verbal	158
4.2.3.	Actividad cerebral para comprender una idea.....	161
4.2.3.1.	Código: función neuronal que se refleja en el comportamiento	163
4.2.3.2.	La atención: cualidad fundamental del receptor.....	166
4.3.	INFLUENCIA DE LAS TIC: ¿COMPRENDER LA IDEA A TRAVÉS DE LA COMUNICACIÓN A DISTANCIA?	169
4.3.1.	Las TIC no generan aprendizaje académico.....	170
4.3.2.	Las TIC: ¿un obstáculo para el aprendizaje académico?	173
4.3.2.1.	Influencias negativas de las TIC.....	177
4.3.2.2.	Influencias positivas de las TIC. Teoría del Doble Código.....	178
4.3.2.3.	Las TIC y la percepción visual	180
4.4.	RECAPITULACIÓN	185
5.	CONCLUSIONES	189
5.1.	LAS TIC SE UTILIZAN COMO BENEFICIO ECONÓMICO Y POLÍTICO, MAS NO PARA EL APRENDIZAJE	190
5.2.	APRENDER ES MUCHO MÁS QUE RECIBIR Y REPETIR INFORMACIÓN	191
5.3.	NO SE PUEDE HABLAR DE APRENDIZAJE ACADÉMICO INCONSCIENTE	193
5.4.	ACTUALMENTE, LAS TIC NO SON UNA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DEL APRENDIZAJE Y DEL BAJO RENDIMIENTO ACADÉMICO	194
5.5.	TEMAS ABIERTOS PARA LA INVESTIGACIÓN	195
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	198
	BIBLIOGRAFÍA	199
	REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	210

ESTA TESIS DOCTORAL LA DEDICO CON TODO MI AMOR A MI ESPOSA MARGARITA, A MIS HIJOS SANDRA MILENA Y JUAN ESTEBAN, QUIENES SON LA RAZÓN DE SER DE MI VIDA Y POR QUIENES, A PESAR DE LAS DIFICULTADES, NUNCA DESFALLECÍ EN MI INTENTO POR TERMINAR ESTE TRABAJO.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios que me ha dotado de la fortaleza, la paciencia y la perseverancia para llevar a feliz término este trabajo. Así mismo, agradezco a mi director de tesis, Dr. Nicanor Ursua por sus acertados e invaluable comentarios acerca del texto. A las directivas del ITM que en su momento me dieron la oportunidad de realizar estos estudios, gracias al convenio con la Universidad del País Vasco. Igualmente, a todos los profesores que participaron en la parte académica por sus invaluable aportes, ellos son: Ibarra, Mormann, Ana Rosa, Araujo, Anton Borja, Mikel Gómez, Julián Pacho y el mismo Doctor Ursua. Cada uno en su campo aportó el conocimiento suficiente para ir creando en mi visión de ingeniero un nuevo panorama que me hizo mirar el aprendizaje de una manera diferente.

A mis compañeros de doctorado, que en cada reunión criticaban de manera constructiva los aciertos y desaciertos de cada uno de los trabajos.

No puedo dejar de mencionar a Imma Obeso por su profesionalismo, su don de gentes y su espíritu de colaboración, tanto cuando se requirió su ayuda de manera presencial como vía electrónica. También a Ana Gómez en la Cátedra, por su afán de colaborar cada vez que se presentó la necesidad de hacerlo.

Y de manera especial, debo agradecer a mi esposa e hijos por su paciencia y comprensión para soportar los alejamientos, obligados por las circunstancias relacionadas con la escritura de este texto.

INTRODUCCIÓN

Hace unos años se presentó una discusión de tipo académico entre varios profesores de matemáticas, compañeros en la institución donde laboro. Se trataba el tema de la «mortandad académica», problema de vieja data en nuestro sistema educativo; una de las propuestas para solucionar el problema consistía en que se implementara el uso de un software como MATLAB para la enseñanza de las matemáticas, desde el primer nivel de los programas académicos. El argumento de quienes defendían esta propuesta era que los estudiantes perdían mucho tiempo realizando operaciones a mano; quienes estábamos en contra argumentábamos la pérdida de la capacidad analítica como consecuencia de la tecnodependencia que se generaría. La discusión dio un giro cuando pregunté: ¿Qué es aprender para ustedes? ¿El estudiante sí aprende matemáticas iniciando con este software? ¿En general los tecnofactos sí aportan conocimiento a los estudiantes? Estas preguntas generaron una serie de conceptos diversos que nunca se pudieron unificar. Por esta razón empecé a estudiar ambos temas tratando de relacionarlos y pude constatar que ambos son muy amplios. Así se constituyeron en el alma de la discusión en esta tesis tratando, como reza en el título, de buscar una «alianza estratégica» entre ellos: las TIC aportan al aprendizaje y el aprendizaje le aporta a las TIC.

Un camino para lograr esta alianza implica conocer el significado del concepto «aprender», paralelamente se necesita conocer los tecnofactos que se utilizan en el aula y analizar lo que pueden aportar para el aprendizaje de acuerdo con el concepto previamente definido.

Cada uno de estos temas representa un campo de estudio bastante extenso si se tiene en cuenta que son estudios de tipo multidisciplinar. Por un lado el aprendizaje ha sido la preocupación de los pedagogos, sociólogos, psicólogos, por mencionar solo algunos desde los primeros años del siglo XX; mientras que el tema de las TIC, a pesar de ser mucho más reciente, también ha sido tema de análisis para los estudiosos en varios campos del conocimiento como la tecnología, la sociología, la psicología, entre otras, debido al impacto que genera la rápida evolución de los tecnofactos durante las últimas décadas del siglo XX hasta la fecha.

Se puede iniciar con el interrogante que surgió en la discusión mencionada: ¿Qué es aprender? Es una pregunta que cada uno responde desde su punto de vista, es decir, desde su subjetividad, más concretamente cuando se hace referencia al aprendizaje académico. Cuando se observa al niño en los primeros años de escolaridad se puede hablar de un aprendizaje, que se evidencia en el niño que generalmente llega sin ningún conocimiento, va aprendiendo a deletrear hasta que aprende a leer y a escribir, lo mismo que las operaciones elementales de la aritmética. Es un aprendizaje para toda la vida y que cada vez se refuerza y se mejora en su desarrollo. Se generan entonces inquietudes: ¿Cómo se ha logrado este aprendizaje? ¿Por qué perdura en el tiempo? ¿Por qué, si este aprendizaje es la base para la adquisición de conocimientos posteriores, se presenta tanta dificultad en el colegio y en la universidad? ¿Cómo ha sido la influencia de los medios utilizados en el aula para lograr el aprendizaje? ¿Se puede afirmar que las nuevas tecnologías son más efectivas que los medios tradicionales para los procesos de enseñanza y de aprendizaje? Algunas posibles respuestas a estos interrogantes se pueden buscar en el análisis del comportamiento de la persona, como se ha hecho tradicionalmente, pero una respuesta más acertada debe buscarse a través del análisis de otras preguntas: ¿Cómo trabaja el cerebro? ¿Qué procesos físicos o químicos se dan para que el niño aprenda y ese aprendizaje perdure? Es decir, un análisis del aprendizaje desde el comportamiento neuronal.

Las preguntas anteriores relacionan necesariamente los dos temas mencionados, puesto que siempre va a haber un medio o un mediador que el maestro utiliza para que el niño capte la idea que se le

quiere transmitir, y en la actualidad, cuando las nuevas tecnologías han incursionado en todos los campos del desarrollo humano, los medios o mediadores utilizados por una buena parte del sistema educativo tienen relación con los tecnofactos modernos. Por lo tanto, la relación es directa entre el aprendizaje y las nuevas tecnologías.

El estudio de cada uno de estos temas por separado ya ha arrojado bastante material escrito, por este motivo se tomó como metodología analizar inicialmente el aprendizaje desde diferentes perspectivas, entre ellas desde el funcionamiento del cerebro, para luego, con base en ese análisis, seleccionar algunos tecnofactos de las TIC que se puedan utilizar en el aula para definir sus potencialidades y diseñar una manera de utilizarlos en beneficio del aprendizaje de los estudiantes.

El tema del aprendizaje es algo bastante debatido, sin que hasta ahora se haya llegado a un consenso en cuanto a su definición o concepto definitivo. Existen muchas y diversas posiciones enmarcadas en modelos pedagógicos como el conductismo y el constructivismo. Para citar solo un ejemplo de cada una, se tiene a Skinner (1974) para quien el aprendizaje o la adquisición de conocimientos es una reacción ante un estímulo lo cual se plasma en una afirmación suya: «El conocimiento es un repertorio de comportamientos» (Skinner, 1974, p.152). Por su parte, dentro del constructivismo se plantea que el aprendizaje se logra a través de diferentes medios, que a su vez generan corrientes pedagógicas a modo de ramificaciones de este modelo. Tal como se verá más adelante, tanto los conceptos del conductismo como los del constructivismo son superficiales en cuanto se basan en el comportamiento, es decir, en la psicología entendida como la planteó Watson en los primeros años del siglo XX: «psicología es el resultado de la conducta observable y medible» (Watson, 1924). Por otro lado, se tienen los conceptos emanados de los estudios de la neurociencia y la filosofía, conceptos que se ocupan más de lo que puede estar ocurriendo en el cerebro para que se presente el aprendizaje. Sin embargo, a pesar de que los estudios actuales han avanzado con la ayuda de diferentes tecnofactos y procedimientos electrónicos como el Electroencefalograma (EEG) y la Resonancia Magnética Neuronal Funcional (RMNf) que permiten hacer seguimiento al comportamiento neuronal bajo diferentes situaciones, y por ende permiten el análisis del funcionamiento cerebral en el momento de almacenar y procesar información, el aprendizaje desde esta perspectiva sigue siendo tema de estudio para diferentes disciplinas. Así lo deja ver Cross (2004) al analizar la pregunta que se hace a sí mismo, similar a la antes planteada: *What is learning?* Sus conceptos muestran lo complejo del tema según su planteamiento. Teniendo en cuenta que muchas de sus apreciaciones están relacionadas con las preguntas anteriores y que serán tema de análisis del presente trabajo, se cita textualmente:

We really know very little about the process of learning, how the mind works when learning. We're very good at pointing and naming, so we have parts of the brain labeled synapse, neuron and cortex, and theories about how it all somehow works together and enables us to learn, but learning remains one of the life's great mysteries. That aside, in more practical terms, learning is that which enables you to participate successfully in your life and in the environments that matter to you. Learning involves meshing new material into what you already know. Learning creates neural connections and rewires your brain. Successful connections build knowledge to help you prosper. Learning is a series of course corrections to keep you headed in the right direction. Try, fail, succeed, and try again. Learn. It doesn't stop until you die (Cross, 2004, p.103).¹

¹ La última parte de la cita anterior muestra al aprendizaje como una consecuencia del ensayo y error, posición conductista, pero deja ver que este ensayo y error lo que hace es que el cerebro se acomode a través de estos procesos. Es decir, toma el aprendizaje más como fruto del funcionamiento cerebral

Obsérvese que Cross se refiere al aprendizaje desde el punto de vista del cerebro y trae conceptos muy prácticos como «... lo que nos habilita para vivir exitosamente», «aprender es corregir el curso constantemente para mantenerse en la dirección correcta», combinados con otros que están más directamente relacionados con el funcionamiento del cerebro. Sin embargo son conceptos que dicen para qué sirve el aprendizaje, pero no dice qué es ni cómo se logra. La parte que se relaciona con el funcionamiento del cerebro es un tema que se tratará en el segundo capítulo.

La otra parte de la «columna vertebral» de este trabajo, como se mencionó en un principio, tiene que ver con las TIC, pero no con ellas como tal sino con su posible potencial para aplicaciones en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Mucho se ha hablado de las TIC como elementos generadores de conocimiento o fundamentales para lograrlo, como se refleja en la frase de Hayes (2006, p.17): «Both IT and ICT are necessary for effective learning to take place». Según esta afirmación, ¿antes de que aparecieran las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones no se lograba un aprendizaje efectivo? Esta afirmación refleja algo que será tratado en este trabajo: la tecnoddependencia que se ha generado debido al facilismo que los tecnofactos proporcionan. Otra afirmación similar la presenta Reeves (1998) donde muestra a las TIC, más que como «herramientas cognitivas» como «compañeras intelectuales»: «Computer-based cognitive tools have been intentionally adapted or developed to function as intellectual partners to enable and facilitate critical thinking and higher order learning» (Reeves, 1998, p.3). Esta afirmación también será tema de discusión más adelante, principalmente lo que se refiere a facilitar el pensamiento crítico y el aprendizaje de orden superior.

Al analizar las afirmaciones de Cross, Hayes y Reeves desde la perspectiva pedagógica se encuentra que tienen algo en común: todas están influidas por el modelo constructivista de aprendizaje aunque se muestran de diferente manera. Cross dice que aprender es adicionar material a lo que ya se tiene, lo que se puede equiparar con el planteamiento constructivista en cuanto al conocimiento previo; Hayes se refiere al aprendizaje efectivo que puede entenderse como el aprendizaje significativo, y Reeves presenta a las TIC como facilitadoras del pensamiento crítico y del aprendizaje de alto nivel. Todas ellas merecen un análisis particular, pues precisamente lo que se pretende en este trabajo es mostrar que las TIC pueden tener el potencial necesario para que todos tengan razón, pero se requiere diseñar unas estrategias especiales que permitan aprovechar ese potencial, el cual se debe definir a partir del conocimiento del funcionamiento del cerebro para el caso del aprendizaje académico.

Como puede verse, no es tarea fácil plantear un concepto definitivo acerca de lo que es el aprendizaje, lo cual ha servido para el desarrollo de tesis doctorales, enfocadas desde diferentes ángulos. Sin embargo, para poder lograr lo que se dice en el título, buscar esa especie de alianza estratégica entre el aprendizaje y las TIC, se necesita «definir» lo que el autor entiende por aprendizaje como se dijo en un principio, es decir, plantear una posición personal emanada del análisis de diferentes teorías y científicos, analizar luego la influencia de las TIC principalmente en el campo académico, sus consecuencias positivas y negativas en este aspecto, y si es posible, proponer una manera de enseñar con base en las nuevas tecnologías.

Con miras a cumplir este objetivo que se presenta como norte para el presente trabajo, se tiene inicialmente en el primer capítulo un análisis de algo que puede aparecer como uno de los principales escollos a superar para lograr que las TIC sean mediadores efectivos para los procesos de enseñanza y de aprendizaje: para qué se implementan realmente los tecnofactos en la escuela. Este análisis conlleva la aclaración de una serie de conceptos y términos que se van constituyendo en la base

de lo que se podría denominar el andamiaje del trabajo, puesto que se trata de conceptos que se utilizarán en todos los demás capítulos. Además, para responder a la inquietud que plantea este capítulo se hace necesario el análisis de una primera forma de aprendizaje como lo es el académico, a partir de los modelos pedagógicos ya mencionados y que han sido implementados desde finales del siglo XIX y principios del XX con el conductismo y luego con el constructivismo, modelos a los cuales se les analiza ese carácter de «contradictorios» que socialmente se ha tenido principalmente en el ámbito escolar, enfocado a mostrar que en realidad son modelos complementarios, pudiendo afirmarse que el aprendizaje académico no se logra a través de ninguno de los dos modelos por separado sino que se requiere de la combinación de sus conceptos.

Lo anterior es válido principalmente cuando se mira un poco más profundo, es decir, se toma al aprendizaje como algo no tan superficial como lo presenta la psicología de Watson y sus seguidores, ni como lo plantean los constructivistas como Piaget², sino como una consecuencia del funcionamiento del cerebro, tema central del segundo capítulo y que nos hace introducir en el tema de la neurociencia para conocer la fisiología del cerebro y analizar con la profundidad requerida para nuestro propósito, el papel que cumplen los componentes del mismo y que se relacionan con el aprendizaje, tratando de presentar argumentos sólidos con los cuales se pueda ver la diferencia entre el aprendizaje desde el punto de vista de la pedagogía y el neuronal. En este capítulo se encuentra también el análisis de algunos de los diferentes tipos de aprendizaje a través del estudio del comportamiento neuronal, tema que nos lleva a analizar las causas por las cuales no todas las personas aprenden lo mismo ni con el mismo ritmo, es decir, es un capítulo con unos objetivos concretos que son la base para la tesis principal, puesto que, como lo afirma Goldblum, «si se tiene claridad en cuanto al funcionamiento del cerebro, es fácil comprender el tema del aprendizaje» (Goldblum, 2001, p.13).

El análisis de la manera como funciona el cerebro realizado en el capítulo dos proporciona una idea de lo que es el aprendizaje en general, lo cual es importante para entrar a analizar el aprendizaje académico en particular. Con las bases adquiridas, este análisis se realiza en el capítulo tres, donde se hace énfasis en la función que cumplen cada uno de los órganos de los sentidos en lo referente al aprendizaje académico, análisis que se fundamenta en el funcionamiento neuronal relacionado con dichos órganos, tratando de mostrar la importancia que tiene la experiencia que se adquiere a través de dichos órganos para el aprendizaje. Sin embargo, este mismo análisis desemboca en un tema que no solo es complementario sino fundamental para el aprendizaje: el interés y sus componentes como la motivación y la conciencia.

El capítulo se desarrolla de tal manera que se pueda entender que los órganos como la visión, el oído, el tacto, son muy importantes pero no indispensables para lograr el aprendizaje. El objetivo del estudio es adquirir bases desde el concepto de aprendizaje para poder analizar las potencialidades de los tecnofactos que se pueden utilizar en el aula, tema que se complementa con lo tratado en el capítulo cuatro.

Si se hace la pregunta acerca de las potencialidades que tienen las TIC para garantizar el aprendizaje académico van a aparecer múltiples respuestas, algunas de las cuales se presentan en el primer capítulo, como los planteamientos de Cunningham (2003), Coll, Palacios y Marchesi (1992), entre otros. Sin embargo, como se dijo anteriormente, las potencialidades de las TIC deben ser definidas de una manera diferente. En nuestro caso, el capítulo cuatro presenta el análisis de diversos aspectos relacionados con las TIC tratando de definir dichas potencialidades. Se inicia con el análisis de las

² El tema del conductismo y el constructivismo como modelos utilizados en la escuela, así como sus creadores y seguidores, se analizará en el primer capítulo donde se muestra la relación directa que existe entre ellos.

bondades y las amenazas que pueden representar estos tecnofactos, para analizar luego el concepto de comunicación, principalmente la comunicación a distancia y la comunicación cara a cara para mostrar que, con base en este análisis, los tecnofactos ocupan un segundo plano en el tema de una comunicación efectiva, tema que tiene relación directa con el funcionamiento del cerebro cuando se trata de los conceptos de código y la atención, como elementos fundamentales para el aprendizaje académico. Tomando como punto de apoyo todo lo que se trata en los cuatro capítulos, se entra a abstraer ciertas relaciones entre lo que proporcionan los tecnofactos y el funcionamiento cerebral en búsqueda de lo que se propone en un principio: hallar la manera de crear una alianza estratégica.



CAPÍTULO 1

NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE

EL POR QUÉ Y EL PARA QUÉ DE SU IMPLEMENTACIÓN

Desde el siglo XVIII, cuando se da inicio a la época conocida históricamente como la Revolución Industrial³ debido al desarrollo acelerado de las máquinas, con las cuales se cambió el modelo de producción artesanal que venía imperando durante muchos siglos (desde antes de la Edad Media) por el modelo de la producción industrial, el ser humano ha experimentado una serie de cambios culturales y sociales, los cuales muestran un crecimiento exponencial a mediados del siglo XX con la aparición del transistor, punto de partida para el mejoramiento y desarrollo de grandes inventos como la radio, la televisión, y toda la gama de tecnofactos derivados de la electrónica y que cada vez salen al mercado con mejores propiedades, principalmente en el campo de las telecomunicaciones.

El espíritu mercantilista de la sociedad de consumo favorece la introducción de estos tecnofactos, generando un cambio cultural tendiente al aprovechamiento de las facilidades que brindan para las actividades de la vida diaria. Esto se ve reflejado en todos los sectores sociales, partiendo desde el hogar; las funciones manuales de hace apenas unos años, ahora se hacen con la ayuda de tecnofactos como lavadoras automáticas, modernas estufas eléctricas o a gas, horno microondas; en otros campos, los modernos automóviles, las máquinas automáticas para la producción, los robots y tantos otros tecnofactos que han invadido todos los campos de la vida actual y están propiciando una serie de consecuencias, tanto positivas como negativas.

Entre las consecuencias que se pueden considerar como positivas se tiene el aprovechamiento del tiempo, el cual se puede optimizar para realizar más actividades durante un mismo período; además, las actividades que realiza una máquina no solamente son más rápidas sino más eficientes; la internet y la telefonía celular han mejorado las comunicaciones obviando inconvenientes de tipo espacial y temporal, permitiendo que las personas se puedan comunicar con quienes necesiten y en el momento que lo requieran. Así, muchas otras ventajas se pueden atribuir a los tecnofactos.

Pero contra todas estas ventajas se tiene también una serie de problemas que son consecuencia de las mismas ventajas. El hombre se ha vuelto esclavo de la tecnología; muchas personas (y empresas) se han convertido en tecnodependientes absolutos. Aunque está latente el «síndrome de Frankenstein»⁴ (el hombre creó al monstruo, el monstruo destruye al hombre), lo que interesa es aprovechar las facilidades que brindan los productos de la tecnología.

El aprovechamiento de tales facilidades es lo que realmente está afectando a la sociedad. Se ha generado la cultura del facilismo; toda actividad que requiera del menor esfuerzo es rechazada o realizada por obligación; muchas de las labores cotidianas son delegadas a los tecnofactos; si a esto se le suma la invasión de los modernos medios de comunicación y el aprovechamiento de la psicología de masas por parte de los publicistas, entonces muchos de los ratos libres que propicia el uso de los tecnofactos, se «aprovechan» al frente de una pantalla de TV, o de una computadora chateando o navegando por internet, lo que provoca a su vez la aparición del sedentarismo, problemas de visión y de obesidad, cambio de las relaciones personales por las impersonales, cambios en la manera de «conocer y disfrutar» el mundo, entre otros.

La escuela no podía ser la excepción. Los estudiantes encuentran en estos tecnofactos la manera fácil de cumplir con la mayor parte de sus obligaciones escolares con el mínimo de esfuerzo; los

³ Chaves Palacios (2004) al igual que muchos otros historiadores y filósofos de la ciencia, se ocupa de las causas y consecuencias de este período histórico, para lo cual presenta un análisis breve de las causas que originaron dicha revolución, lo mismo que algunas de las consecuencias sociales.

⁴ En este capítulo se plantea la estrecha relación que debe existir entre el desarrollo científico y tecnológico, con la sociedad. Es una relación obligada, donde la sociedad es la juez de todos los adelantos y desarrollos que de alguna manera la van a afectar, tratando precisamente, no de generar el pánico del cual trata el síndrome de Frankenstein sino de evaluarlos en conjunto, buscando que sean beneficiosos para la misma sociedad (López Cerezo, 2003, pp. 113-158).

microcurrículos sufren transformaciones y los conceptos de los pedagogos se dividen en cuanto a las bondades en el aprendizaje. Sin embargo, los productores y comercializadores de tecnofactos utilizables en la escuela aprovechan que estos, al igual que las máquinas de la Revolución Industrial, reemplazan las actividades humanas con lo cual se facilita el quehacer académico, llegando a confundir el aprendizaje con la adquisición de habilidades inherentes al manejo de estos equipos, para promover sus productos.

Dentro del marco presentado, que no es más que una breve descripción de la sociedad de la información⁵ en la cual nos encontramos inmersos, en el presente trabajo, cuya finalidad principal es la de servir como «Estado de la Cuestión» al problema que se tiene como tema de tesis, cual es el demostrar que, cuando se analiza el aprendizaje desde una perspectiva fisiológica, es decir, cuando se tiene en cuenta el comportamiento de las neuronas, la manera como son utilizadas las TIC poco aportan al aprendizaje; el incontenible auge de las TIC en el aula se debe en buena parte a que el aprendizaje se toma solamente como las respuestas medibles del individuo.

Como se ha dicho, en este momento histórico de la humanidad, cuando se está inmerso en la sociedad de la información, los sistemas modernos de la información y las comunicaciones juegan un papel de primera línea en todos los campos donde se desenvuelve la sociedad, incluyendo la escuela. Las computadoras, los videobeam, las aulas virtuales, tableros virtuales, combinados con sistemas de acumulación de datos como internet, hacen parte de los sistemas educativos actuales, empleados como mediadores en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Sin embargo, lo que motiva esta invasión de tecnofactos en el aula, generalmente propiciada e impulsada por los productores de los mismos con el apoyo de normas por parte de los gobiernos, tiene que ver con las políticas de cobertura escolar y con el aprendizaje, pero el aprendizaje definido a través de estadísticas de fin de curso, mas no con el concepto de aprendizaje que se adopta en esta tesis: el aprendizaje como función neuronal.

La demostración de la tesis antes planteada involucra una serie de conceptos que están relacionados entre sí, necesarios para comprender mejor las discusiones, y que influyen de manera más directa que indirecta sobre el aprendizaje. No se debe hablar, por ejemplo, de nuevas tecnologías sin tener claridad respecto del concepto de tecnología y su relación con la técnica; por esta razón se analiza inicialmente la diferencia entre técnica y tecnología, donde se muestra la posición del autor en cuanto se argumenta el por qué son diferentes, concepto que sirve de base para los planteamientos posteriores.

Con base en lo anterior, en el numeral 1.2 se analiza un concepto moderno y que tiene que ver con las TIC. Cuando se habla de las TIC no se habla de un elemento en particular; TIC (o NTIC) es una sigla con la cual se hace referencia a las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, pero hablar de nuevas tecnologías implica que existen también tecnologías viejas o antiguas; esto hace necesario plantear una posición respecto de este par de conceptos, de tal manera que se pueda hacer referencia a las TIC sin temor a caer en una terminología fuera de contexto. En este numeral se demuestra que, en el sentido asumido respecto del concepto de tecnología, no existe tal diferencia.

⁵ Luciano Floridi es uno de los filósofos modernos que más se han ocupado de la Sociedad de la Información. En un *paper* donde aparece como coautor con Greco, Paronitti y Turilli, titulado: *The philosophy of Information. A methodological Point of View*, hace un análisis filosófico acerca del concepto de información donde combina la filosofía sobre principios básicos de la información, con la ciencia de la computación.

Después de asumir posiciones respecto de los conceptos anteriores, se entra a analizar el concepto de aprendizaje que se tiene como base en la escuela: la perspectiva pedagógica y su relación con dichos temas.

En el numeral 1.1.3 se aborda el tema del aprendizaje desde la perspectiva pedagógica, dentro del cual, el análisis enmarcado en el enfoque del aprendizaje como función cerebral y no como simples informes estadísticos de final de curso, nos lleva a demostrar que los modelos conductista y constructivista no son antagónicos sino más bien complementarios, y tienen mucho en común. Para ello, se estudian por separado dos conceptos claves: Modelo Pedagógico, cuyo análisis requiere clarificar lo que se entiende por «modelo», para poder analizar los modelos pedagógicos mencionados, los cuales han marcado la pauta desde inicios del siglo XX para definir los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Además, el concepto de algoritmo enmarcado en el aprendizaje, concepto que se utiliza para demostrar el planteamiento anterior.

La importancia de tratar todos los temas anteriores radica en que seguidamente se entra en el campo de las TIC en el aprendizaje (numeral 1.2), donde se analiza el rol de los mediadores en los procesos de enseñanza y de aprendizaje y el papel de las TIC como mediadoras, lo cual nos lleva al análisis de aspectos psicológicos importantes para el aprendizaje, como la motivación, el interés y el incentivo. En este apartado se hace énfasis en el papel que cumplen los tecnofactos como elementos motivantes y facilitadores para dichos procesos en el aula, pero a la vez, se va mostrando que estos tecnofactos solamente proporcionan datos e informaciones, pero que el aprendizaje no se logra por su uso. Se analiza además el concepto de representación, como elemento fundamental para el aprendizaje, desde sus orígenes dentro de la cultura griega, siguiendo con la representación social y los modelos matemáticos, y se muestra a los tecnofactos como herramientas útiles en este campo de los modelos.

En el capítulo se van desarrollando todos estos conceptos de una manera concatenada, como un camino para continuar con la demostración de la tesis planteada, para desembocar en el análisis de las políticas o los intereses reales que promueven la adopción de las TIC como apoyo para los procesos de enseñanza y de aprendizaje tomado desde esta perspectiva pedagógica, con lo cual se refuerza la argumentación para la demostración de la tesis principal del capítulo.

Al final se presenta una recapitulación de todos los conceptos tratados, donde se muestra la relación entre estos y el tema a tratar en el capítulo siguiente, en el cual se retoman muchos de los aspectos para enmarcarlos en el concepto de aprendizaje desde la perspectiva fisiológica.

1.1. ¿PARA QUÉ SE INTRODUCEN LAS TIC EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y DE APRENDIZAJE?

¿Cuál es el objetivo real que se busca con la promoción de los tecnofactos modernos para el aula?

Son muchas las posibles respuestas ante este interrogante, cada una dependiendo de la experiencia vivida o los intereses de quien responda. Para algunos, es indispensable el uso de las TIC para lograr el aprendizaje, mientras para otros se trata solamente de herramientas que facilitan procesos. A través del análisis y la confrontación de diferentes autores, se demuestra que su implementación es movida por intereses políticos y económicos, antes que por el aprendizaje.

Se conjugan aquí dos términos de concepción amplia y controvertida: tecnología (nuevas tecnologías) y aprendizaje, por lo tanto, se hace necesario adoptar una concepción que nos ayude a enmarcar el análisis.

1.1. ¿Técnica o tecnología?

Son dos campos diferentes aunque en muchos casos se tomen como sinónimos. Para sustentar esta afirmación se deben analizar las posiciones de diferentes filósofos de la ciencia, de cuya heterogeneidad conceptual se llega a asumir una posición propia.

Quintanilla (2002)⁶ plantea tres enfoques para el término *tecnología*, de los cuales, dos son de nuestro interés: El enfoque cognitivo: «La tecnología es ante todo una forma de conocimiento práctico, con base científica, que nos permite diseñar artefactos eficientes para resolver problemas prácticos». Mientras que el enfoque instrumental dice: «la tecnología consiste en un conjunto de artefactos diseñados y producidos intencionalmente por el hombre para cumplir determinados objetivos o satisfacer determinadas necesidades». De acuerdo con estos enfoques, la tecnología existe en cuanto se construyan máquinas o artefactos que faciliten la vida del hombre o que apunten a su bienestar.

Si se asume como verdadero el enfoque instrumental de Quintanilla, entonces también es cierta la afirmación:

La respuesta inteligente del hombre a los desafíos de la vida y del ambiente también puede llamarse tecnología. Esta empezó a generarse a un ritmo casi imperceptible durante milenios. Creció de manera ostensible durante la última centuria como consecuencia de la Segunda Revolución Industrial y consiguió un ritmo casi frenético a partir de 1971 por el advenimiento del microprocesador o base de la revolución de la microelectrónica y la información⁷ (Aristizábal, 1996).

Por otra parte, Ortega y Gasset, en un curso desarrollado en 1933 en la Universidad de Verano de Santander, afirmó: «La técnica es tan antigua como el hombre; el hombre empieza cuando empieza la técnica».⁸

Estas afirmaciones nos llevan a la pregunta: ¿Hablar de técnica es lo mismo que hablar de tecnología? Porque lo que el hombre empieza a generar desde que se puede considerar *homo sapiens* (para no ir más atrás), son precisamente elementos para facilitar su vida en medio de las circunstancias que le presentaba la naturaleza.⁹ Es decir, todo lo que el hombre ha hecho desde los rudimentarios instrumentos de piedra ha sido siempre con el propósito de mejorar la eficacia o la eficiencia de

⁶ Un tercer enfoque de Quintanilla, el sistémico, considera las unidades de análisis, no como conjuntos de conocimientos ni de artefactos sino como sistemas técnicos (Quintanilla, 2002, p.19).

⁷ En su artículo dedicado a analizar el surgimiento de la técnica, la tecnología y la ciencia ligado al desarrollo del hombre, Aristizábal deja ver que para él, la técnica y la tecnología, no solamente aparecen con el hombre sino que son parte del desarrollo del mismo (Aristizábal, 1996).

⁸ Para Ortega y Gasset, técnica tiene que ver con el deseo de vivir, o como él mismo lo plantea, la decisión de vivir, lo cual le genera necesidades que satisface transformando su entorno, aprovechando su capacidad de razonamiento. Es una posición filosófica que como tal, se puede tomar como base para plantear otras posiciones en cuanto al instinto animal, tema que se tratará más adelante en esta tesis.

⁹ Entre las muchas versiones de la aparición del hombre sobre la tierra, se tiene la del sociólogo y antropólogo social Austin M.,T. (1995). «Cómo surgió la cultura». En: <http://www.galeon.com/tomasaustin/evol/evol.htm> (28/01/2008).

procesos o procedimientos. Las armas de piedra le servían para enfrentar animales peligrosos por su fiereza o por su tamaño, como piezas de caza, hecho que difícilmente podría realizar utilizando solamente sus manos; el fuego lo utilizó para poder soportar las inclemencias del clima; la rueda le sirvió para facilitar el transporte de elementos pesados y para mejorar la producción en las artesanías de barro, para lo cual se ideó y construyó el torno del alfarero; los mismos elementos de hueso o de otros materiales, usados como adornos, hacen parte del bienestar de los primitivos en cuanto ayudaban a definir rangos o estratos sociales. Estos elementos, fruto del trabajo del hombre primitivo, que están de acuerdo con lo que plantea Ortega y Gasset, y sirven de apoyo al planteamiento instrumentalista de Quintanilla, es lo que Aristizábal (1996) denomina *tecnología*.

Sin embargo, se encuentran otras posiciones que se contraponen a lo anterior. Sagasti (1999) presenta un interesante recorrido de la técnica hasta transformarse en tecnología, mostrando que la tecnología surge de la técnica, cuando se empieza a pensar no solo en la manera de hacer sino que, a través del ensayo y error, se introduce el análisis en los procesos.

A subsequent stage is characterized by the evolution of technical responses based on theoretical constructions, heralding the transition from “technique” to “technology.” Gradually, starting in the 15-17th centuries, theories begin to explain the workings of techniques and anticipate their evolution. Much later, and particularly in the Western world, theory would take precedence over practice¹⁰.

En un sentido similar se encuentra la posición de Evandro Agazzi (1998, p.2):¹¹

The suffix, “ology” that we find in the word technology, invites us to take advantage of the theoretical aspect that is usually bound up with its use (compare theology, sociology, philology, ethnology); it serves to indicate the presence of some kind of “scientific,” or at least theoretical dimension¹² (Agazzi, 1998, p.2).

En este orden de ideas, la tecnología no es solamente fabricar elementos para mejorar la calidad de vida, lo cual se constituye en la técnica (o la sumatoria de técnicas como lo denomina Agazzi):

we also use technique as a collective noun, indicating the very wide spectrum of such simple techniques [...] Technique, in this sense, is the collective term encompassing a great deal of technics, and in this sense we usually speak, for example, of the “technical skill” of a craftsman, of a professionally able lawyer, of a pianist¹³ (Agazzi, 1998, p.2).

Tampoco es el elemento o tecnofacto, el cual es el resultado de la aplicación de la habilidad técnica. Se debe concluir entonces que la tecnología es un valor agregado a la técnica.

¹⁰ En un sentido estricto, no es que sean posiciones encontradas sino análisis diferentes de una misma situación. Obsérvese que ambos autores se están refiriendo a la búsqueda de soluciones por parte del ser humano, solo que, mientras Ortega toma este desarrollo como tecnología, Sagasti lo denomina técnica, y habla de tecnología cuando esta técnica tiene un componente analítico. En otras palabras, la tecnología es simplemente el resultado de la evolución de la técnica.

¹¹ Una diferencia con la posición de Sagasti radica en que, para Agazzi, la tecnología viene desde el sentido griego de *Techne* en cuanto en él está involucrado el por qué de la eficacia de un procedimiento técnico.

¹² Agazzi se identifica con Sagasti en cuanto para él, de acuerdo con la cita, el problema es de gramática. Se trata de un sufijo que indica el estudio de cierto tema, en este caso, el estudio sobre la técnica.

¹³ En resumen, para Agazzi la tecnología es un conjunto cuyos elementos son las técnicas elementales o primarias.

Estas controversias en cuanto a la conceptualización de la técnica y de la tecnología nos llevan a pensar en el desarrollo personal y social del ser humano. De la obra citada de Austin (1995) se tiene que cuando el hombre empieza a utilizar sus manos para realizar actividades diferentes a trepar a los árboles, comienza a construir elementos que le facilitan su vida en un entorno hostil, en el cual se encuentra en desventaja frente a los otros seres de la naturaleza; solamente su iniciativa le permite subsistir, en cuanto se da cuenta de que hay objetos en la misma naturaleza que le sirven para obviar sus deficiencias físicas, como la piedra, la madera, el mismo hueso, elementos que le obligan a inventar la manera, no solo de modificarlos en su geometría sino de utilizarlos como defensa, ataque, o simple supervivencia. Se «inventa» la forma de utilizar el cuero de los animales que caza para protegerse del frío, lo que lo lleva a utilizar el hueso, la madera, los nervios de los animales y algunas lianas para darle forma a las pieles de acuerdo con sus necesidades.

Con la aparición de la agricultura, empieza a desarrollarse la vida social, a intercambiar objetos, lo cual implica comunicación entre los integrantes de cada grupo y entre los grupos vecinos, lo que conlleva la necesidad de fabricar más variedad de elementos y en mayor cantidad, hecho que motiva la inventiva para «analizar» los procesos que se tienen hasta el momento para mejorarlos en calidad y cantidad. Se llega así a la utilización del fuego en la fabricación de elementos como el vidrio, las armas metálicas y objetos culinarios y suntuarios.

Analicemos lo expuesto hasta ahora, que no es más que una somera mirada a la historia del desarrollo del hombre, a la luz de las teorías mencionadas sobre técnica y tecnología. Ese *saber hacer* que adquiere el hombre primitivo es fruto de la necesidad; pero la misma necesidad la tienen los demás animales. Para satisfacer dichas necesidades, los animales, en general, disponen de sus garras, sus fauces, su fuerza bruta, en fin, aquello con lo que fueron dotados por la naturaleza para sobrevivir, pero, con muy pocas excepciones, utilizan algún elemento como arma o herramienta. El animal *sabe hacer* por algo que los científicos denominan «instinto». Este saber hacer del animal, siguiendo la posición que presenta Agazzi en su texto, podría tomarse como técnica. ¿Quién puede negar que las aves poseen una técnica propia para construir sus nidos? ¿No es acaso una técnica la que utiliza un depredador para cazar? Pero además, ¿alguna vez se ha visto a un ave tratando de construir un refugio como el del castor, o celdas como las de las abejas? Cada especie animal aplica una técnica específica para sobrevivir, pero son técnicas que no evolucionan. El animal, de acuerdo con lo que se presenta en la naturaleza, no cambia su técnica. Así, cada especie animal se dedica a repetir lo que aprende de sus semejantes.

A diferencia de los animales, el hombre primitivo no se dedicó a repetir simplemente un procedimiento o técnica para elaborar sus elementos. Cada técnica fue evolucionando, mejorando los productos, utilizando nuevos materiales, desarrollando elementos nuevos que iban solucionando problemas o dificultades diferentes que se presentaban como consecuencia del desarrollo social incipiente. Pero para ello fue indispensable que se diera un proceso mental de análisis, de razonamiento, ese proceso que distingue precisamente al hombre del animal y que, siguiendo la teoría de Agazzi y de Jesús Aristizábal, también marca la diferencia entre técnica y tecnología.

En conclusión, no existe un consenso respecto del concepto de tecnología. Sin embargo, de lo expuesto hasta el momento, se puede plantear una respuesta a la pregunta anterior: la técnica y la tecnología son diferentes, y esa diferencia la marca el análisis. Como apoyo a esta posición se encuentra el concepto que sobre el particular presenta Gómez (2000):¹⁴

¹⁴ La posición de V. M. Gómez en conferencia ofrecida en el Instituto Tecnológico Metropolitano, es muy similar a la de Sagasti, en cuanto ambos toman a la tecnología como un paso delante de la técnica, paso que se da cuando se introduce la reflexión a la misma.

...la Tecnología puede considerarse como la introducción en las técnicas de producción, empíricas e intuitivas, de una reflexión abstracta vinculada a un pensamiento formalizado. Es, por ejemplo, la introducción de un pensamiento lógico-matemático en la producción artesanal o manufacturera, o en el proceso de intercambio. Esto supone la capacidad de teorizar ciertos problemas técnicos sobre la base de una concepción científica, creando así un vínculo orgánico entre Ciencia y Técnica.

1.1.2. ¿Tecnologías antiguas y nuevas tecnologías?

Después de asumir una posición respecto de los conceptos de técnica y tecnología, aparece otro término: las nuevas tecnologías, término que plantea un nuevo interrogante: ¿Existen tecnologías viejas y tecnologías nuevas?

Si se ha tomado a la tecnología como la inclusión del análisis y el razonamiento en los procesos de la técnica, la respuesta se debe buscar más adelante, cuando se esté tratando el tema del aprendizaje como función cerebral, puesto que se está preguntando por una manera de pensar antigua y otra moderna, es decir, el razonamiento antiguo y el moderno, cuyas diferencias, si es que existen, se encuentran en las funciones cerebrales. Sin embargo, para el efecto que nos ocupa, podemos aceptar cierta diferencia entre las tecnologías antiguas y modernas, desde las teorías estudiadas hasta ahora.

Personalmente, siguiendo el concepto asumido, puedo afirmar por el momento que no existen tecnologías nuevas y antiguas sino más bien bases de análisis más completas que posibilitan desarrollos cada vez más avanzados. Las bases de desarrollo que encontraban los niños que nacían durante la Edad de Piedra eran muy limitadas, por lo tanto, los avances consistían en aprender los pocos sonidos guturales y señales que utilizaban sus mayores, al igual que la técnica para elaborar sus elementos. El conocimiento social era muy limitado, pero cada generación iba aportando más elementos, nuevas técnicas, se iba incrementando el conocimiento social, es decir, cada generación se encuentra inmersa en ambientes más y más completos o puntos de partida más avanzados para el desarrollo de las técnicas y de nuevos elementos, como consecuencia de los cambios ambientales y de la vida en comunidad. Así, en el Siglo XIX, cuando ya han pasado épocas como el Renacimiento y la Revolución Científica de los siglos XV al XVII, los niños se encuentran con un mundo bastante desarrollado; hay una serie de conocimientos, tanto científicos como técnicos y tecnológicos, que conforman un ambiente mucho más rico en el cual se desenvuelven. Ya hay muchas cosas hechas que solamente deben utilizar; el lenguaje por ejemplo está mucho más desarrollado, por lo tanto, los niños aprenden fácilmente a expresarse; existe tanto la palabra hablada como la escrita; además, se tienen avances como la imprenta como medio de expresión y de divulgación; los trabajos no son tan manuales ni basados en la piedra, el hueso y la madera sino que se tienen materiales diversos y bastante estructurados como los metales y las cerámicas, al igual que las técnicas para trabajarlos, con lo cual la inventiva parte desde plataformas más avanzadas. En general, existe un ambiente favorable para que los nuevos seres analicen y transformen o acomoden todo aquello que los rodea para su bienestar.

Podemos analizar un caso en retrospectiva. Veamos a grandes rasgos el siguiente desarrollo que sirve de apoyo a lo que se está afirmando: Las máquinas de la Revolución Industrial del siglo XVIII no fueron realmente inventadas por quien aparece como su inventor.¹⁵ La máquina de vapor, atribuida

¹⁵ De acuerdo con la Web, 'Inventor' es el individuo que inventa o idea algo que no existía antes. El término 'inventor' se toma en este caso como la persona que figura en la patente del elemento.

a James Watt (1775)¹⁶ en realidad tuvo sus inicios muchos años atrás; se trató del mejoramiento de la máquina de Newcomen patentada en 1705, que a su vez se había inspirado en la máquina de Thomas Savery (1698), quien había modificado la de Papín (1690). Pero Papín tampoco necesitó inventar la máquina en su totalidad pues ya existían antecedentes que le facilitaron su labor: la Eolípila de Herón (Siglo I. antes de Cristo) (S. I a.C.) es históricamente el primer elemento que utilizó el poder del vapor de agua como fuerza motriz. Pero Herón tenía a su alrededor, y como punto de apoyo, toda la mecánica desarrollada por Arquímedes (S. III a. C.), quien a su vez tenía un cúmulo de conocimientos, fruto de sus estudios en Alejandría.

Obsérvese que cada uno de los personajes mencionados vivieron en épocas y entornos donde se tenía un conocimiento social ya definido y cada vez más avanzados. Es decir, adoptando una posición constructivista, podemos afirmar que el cerebro no es una «tábula rasa» (afirmación propia del constructivismo moderno, en contraposición al pensamiento del empirista inglés John Locke -1690-¹⁷ para quien el cerebro del niño al nacer es como una hoja en blanco). Los conocimientos o conceptos que trae el niño, sumados a todos los medios que encuentra a su alrededor, le sirven para desarrollar nuevos conocimientos. Por lo tanto, cada generación tiene puntos de partida más avanzados, con lo cual se facilita la profundización en los conocimientos.

Es innegable que hace unas pocas décadas hablar de telefonía celular era poco menos que ficción; sin embargo, los niños de la actualidad crecen inmersos en la denominada sociedad de la información; desde muy temprano, estos niños aprenden a manipular los teléfonos móviles para aprovechar los juegos, las cámaras, calculadora y demás funciones que brinda determinado artefacto, es decir, están en contacto con todos los avances de las telecomunicaciones, algo que no se tenía para los niños nacidos en la primera mitad del siglo anterior; el punto de partida para avanzar en la tecnología es muy diferente para unos y otros.

Uno de los grandes hitos en la historia del desarrollo tecnológico es la aparición de la ya mencionada máquina de vapor. A partir de allí se han dado grandes avances hasta llegar a la época actual, cuando se tienen motores eléctricos y electrónicos, de alto rendimiento.

¿Se puede hablar de tecnología antigua para la máquina de vapor y de nueva tecnología para los modernos motores? Para la aparición de los primeros, se parte de los conocimientos que se tienen acerca de las propiedades del vapor como fuente de energía para conseguir un movimiento y del análisis del funcionamiento de las máquinas ya existentes, se les da un valor agregado y llegan a constituirse en una buena solución a los problemas de producción de la época. Para los otros, se parte de los resultados conocidos de los estudios científicos sobre la electricidad, logrando cumplir las mismas funciones de los primeros en cuanto a servir como fuerza motriz aprovechada para la producción, con ventajas significativas en cuanto a eficiencia, espacio, costo, conservación del medio ambiente entre otras. Obsérvese que lo que se tiene son dos tecnofactos diferentes, cada uno con un valor agregado, fruto del análisis a partir de lo que se tiene. Desde esta perspectiva se reafirma lo que antes se dijo: si la tecnología se toma como la incursión del análisis en los

¹⁶ La historia de la ciencia proporciona muchos casos como el de la máquina de vapor: la invención del cálculo diferencial se atribuye a Newton pero se disputa con Leibniz; el avión tuvo su origen en los estudios de Leonardo Da Vinci (S. XVI); el sistema de producción en serie atribuido a Whitney (S. XVIII-XIX) se inició en Francia (S.XIII), para mencionar solo algunos ejemplos (Poveda Ramos, 2001).

¹⁷ En el primer capítulo del libro II de su obra, titulado *Of Ideas in general, and their Original*, Locke analiza la manera como se desarrollan las ideas en el cerebro del niño, donde deja ver la idea mencionada: el cerebro del niño se encuentra vacío hasta que empieza a llenarse a través de la experimentación (Locke, 1690).

procedimientos¹⁸ propios de la técnica, no se debe hablar de nuevas y viejas tecnologías sino de bases de análisis diferentes, de conocimiento social más avanzado.

1.3.1. El concepto de aprendizaje: perspectiva pedagógica

Desde la pedagogía se han planteado varias teorías acerca del aprendizaje:¹⁹

La teoría del condicionamiento clásico de Pávlov: explica cómo los estímulos simultáneos llegan a evocar respuestas semejantes, aunque tal respuesta fuera evocada en principio sólo por uno de ellos (conductismo).

La teoría del condicionamiento instrumental u operante de Skinner describe cómo los refuerzos forman y mantienen un comportamiento determinado (conductismo).

Albert Bandura describe las condiciones en que se aprende a imitar modelos (conductismo).

La teoría psicogenética de Piaget aborda la forma en que los sujetos construyen el conocimiento teniendo en cuenta el desarrollo cognitivo (constructivismo).

La teoría del procesamiento de la información se emplea a su vez para comprender cómo se resuelven problemas utilizando analogías y metáforas.

Evocar una respuesta, formar un comportamiento, imitar modelos, construir conocimiento, analogías, y tantas otras teorías acerca del conocimiento, siempre están referidas al comportamiento de la persona, pero ninguna de ellas habla de cómo se da realmente el conocimiento. Todas se enfocan en la manera como la persona responde para definir si se ha aprendido o no. Desde esta perspectiva, se puede observar que todas estas teorías están enmarcadas en los dos modelos tradicionales aplicados en la pedagogía, en cuanto ambos se ocupan del comportamiento para analizar el aprendizaje. El concepto de aprendizaje está ligado con dichos modelos, por lo tanto, el análisis de dicho concepto nos lleva a analizar estos modelos, de lo cual nos ocuparemos a continuación, para mostrar que cuando se tiene en cuenta el cerebro en el proceso de aprendizaje, estos modelos están muy relacionados entre sí, y no son tan antagónicos como se presentan generalmente. Además, el análisis de los conceptos de *modelo* y de *algoritmo* enfocados al aprendizaje se presenta como fundamentos para mostrar que, desde esta perspectiva, el concepto de aprendizaje que se maneja en la escuela es algo superficial.

1.1.3.1. Conductismo y Constructivismo: ¿enlazados por el cerebro? ¿sinónimos de algoritmos?

Después de asumir posiciones respecto de los conceptos de técnica, tecnología, tecnologías antiguas y nuevas, se entra a analizar los modelos pedagógicos como medios para lograr el aprendizaje,

¹⁸ Se habla de procedimiento para la técnica en oposición al proceso, propio de la tecnología. En términos matemáticos, el proceso es un conjunto cuyos elementos son los procedimientos. O también, el proceso puede tomarse como un sistema que involucra procedimientos.

¹⁹ Puede verse en esta cita los diferentes esfuerzos que realizan los pedagogos por lograr el aprendizaje de sus estudiantes, todo enmarcado en los modelos conductista y constructivista. (http://educacion.idoneos.com/index.php/Teorías_del_aprendizaje (21-02-2008)).

aquel concepto de aprendizaje que cada modelo adopta como verdadero. Nos centraremos, como ya se dijo, en los modelos más representativos en el ámbito escolar, como lo son el conductismo y el constructivismo para mostrar que, contrario a lo que aparentan, son modelos que se pueden considerar complementarios, antes que antagónicos.

En el ámbito académico, la preocupación principal por parte de los pedagogos y de los psicólogos, ha sido lograr el aprendizaje de los alumnos, entendido este como la adquisición de conocimiento. En este sentido, y con base en la psicología como ciencia que estudia el comportamiento,²⁰ en el siglo pasado se diseñaron modelos de enseñanza aparentemente contrarios, como el conductismo y el constructivismo. El primero, por parte del inglés Watson y posteriormente Skinner (1974)²¹ quienes asumen el aprendizaje o la adquisición de conocimientos como una reacción ante un estímulo. «El conocimiento es un repertorio de comportamientos. No es el caso que usemos el conocimiento para guiar nuestro comportamiento sino que “el conocimiento es acción o por lo menos reglas para la acción”».

Este concepto de lo que es el conocimiento es bastante pragmático. Con él, se deja de lado todo aquel conocimiento que no implique una acción, como ocurre con mucho del conocimiento proporcionado por la filosofía.²² En él se tiene en cuenta solamente el comportamiento del individuo, aparentemente sin considerar ningún proceso que pueda ocurrir entre el estímulo y la acción o respuesta, como lo plantean Pérez y Cáceres (2007).²³

En la concepción conductista watsoniana, la psicología se convirtió en una psicología «sin psiquis», en tanto que los fenómenos en que centró su atención el conductismo no pertenecen a la categoría de psíquicos y son objeto de alguna ciencia, pero no de la psicología. Para ellos, las reacciones corporales, en tanto determinadas por un sistema exterior de relaciones, son objeto del conocimiento psicológico.

En este sentido, es un concepto bastante diferente al que plantean Piaget, Vigotsky y más adelante Ausubel, principales representantes del modelo pedagógico que pretende corregir lo que ellos consideran errores del conductismo, principalmente en lo que se refiere a la intervención del cerebro en el proceso y que se denomina constructivismo, es decir, construir el conocimiento, construcción que debe tener a quien aprende como principal protagonista. Se planteó un nuevo concepto de aprendizaje donde se involucra el cerebro según Piaget:

El problema del conocimiento —el problema epistemológico referido a cómo y qué es lo que conocemos— ha sido un desafío para los filósofos a lo largo de los siglos. Pero entre este problema filosófico y su sustrato biológico existía un eslabón perdido: la

²⁰ Hasta finales del siglo XIX y principios del XX, el concepto de psicología se basaba en la tradición griega: psique (alma) logos (tratado o estudio). Con Watson se tomó la psicología como la ciencia que estudia el comportamiento (Watson, J. B., 1924).

²¹ Seguidor del conductismo, no solo defendía las hipótesis de Watson sino que planteó sus propias posiciones en cuanto al aprendizaje, lo cual se plasma en su obra *El Conductismo Radical*, una de cuyas posiciones se basa en que «los eventos internos no son necesarios para explicar el comportamiento»; además indica que la conducta resulta ser una función de los estímulos previos y de las consecuencias ambientales (Hernández M, L., *Del Conductismo metodológico al Conductismo radical*. En: <http://www.comportamental.com/articulos/23.htm> (03/02/2011).

²² Aunque en la filosofía moderna se habla de filosofía práctica principalmente por parte de los filósofos pragmáticos como James y Dewey (Vargas Mendoza, J. E., 2007).

²³ Rivera Pérez et al. hacen referencia al cambio de concepción de la psicología implementada por Watson. En esta nueva concepción se deja de lado la psiquis o componente metafísico que se tenía desde los antiguos griegos como Platón y Aristóteles, para dar paso a una psicología centrada en el comportamiento medible.

mente humana. Esta circunstancia, según comprendió Piaget con posterioridad, solo podía ser entendida merced a la psicología. Puesto que la mente es la que conoce y la que está basada en el cuerpo y está sujeta a las leyes de la herencia.²⁴

Obsérvese que ya desde hace muchas décadas se era consciente de la intervención del cerebro en los procesos de aprendizaje. No creo que sea correcto afirmar que Watson ignorara dicha intervención, si se tiene en cuenta que era un psicólogo, más bien, consciente de que algo ocurría dentro del cerebro, le interesaba solamente el resultado de esta intervención, es decir, la manera de comportarse el individuo para tomarlo como prueba de aprendizaje.

Dejemos por un momento el aprendizaje académico para analizar el aprendizaje del ser humano en general. Podemos empezar por preguntarnos: ¿Quién enseña al niño, y a los mamíferos en general, a succionar? El niño nace con la habilidad de hacerlo, es una reacción ante un estímulo interno enviado por su organismo, como lo es la necesidad de alimentarse. Pero a partir de su nacimiento, el niño empieza a aprender un sinnúmero de cosas del nuevo mundo que lo rodea. ¿Cómo lo hace? Uno de los medios más importantes para lograrlo son sus sentidos, es decir, por medio de la observación y el ensayo y error. Cuando el niño nace, todo lo que ve es nuevo para él; se le presenta una serie de personas como cosas extrañas, pero las mismas personas comienzan a emitir sonidos que el niño va relacionando con la persona que tiene al frente: mamá, papá, tía, hermano, y cada vez que tiene al frente algo que sus ojos ya se han acostumbrado a ver, se le repite el mismo sonido: mamá (por ejemplo). Así, va relacionando esa figura con ese sonido, hasta que llega el momento que reconoce a la madre. Aprende a distinguir lo duro y lo blando de la misma manera: por medio de la relación entre el sonido «duro» y el tacto de algo verdaderamente duro, al igual que otras categorías como alto, bajo, cerca, lejos. El mismo procedimiento se da con los colores. Es decir, si se pudiera tomar a un recién nacido y mencionarle la palabra rojo cada vez que se le presenta algo blanco, seguramente que su aprendizaje será como se le ha inculcado (así como aprende que no es rojo sino *red*, por ejemplo). En este tipo de aprendizaje están reflejadas varias de las teorías mencionadas al inicio de este apartado, principalmente las que se refieren al conductismo: refuerzo, evocación e imitación.

Los ejemplos anteriores, que no son más que una mínima muestra de lo que aprende el niño en sus etapas primeras de desarrollo, ¿obedecen a los conceptos de aprendizaje del conductismo o del constructivismo? Obsérvese que son los sentidos los que el niño utiliza para acercarse a su entorno, él ve, toca, escucha y así relaciona sonidos con sabores o imágenes. Con base en lo que así percibe, es su respuesta, o mejor aún, su comportamiento.

Analicemos este tipo de aprendizaje desde los dos modelos planteados. A la luz del conductismo, ha aprendido que, ante el estímulo visual de la figura que se le presenta repetitivamente acompañada del sonido mamá, entonces su respuesta ante esa figura es que esa es la mamá. Igual ocurre con los otros estímulos como el del tacto, para brindar respuestas de duro o blando según el caso. Su comportamiento está dependiendo de los estímulos a los que se ve abocado. Se está al frente de un aprendizaje basado en el estímulo para brindar una respuesta.

²⁴ Esta posición de Piaget empieza a mostrar la importancia del cerebro en los procesos de aprendizaje. El cerebro se toma como la conexión invisible entre el estímulo y la respuesta defendida por los conductistas, aunque más adelante se verá que es todavía superficial el papel que se le da al cerebro en este tipo de procesos (Oros Vázquez, F. J., 2008, p.2). *Jean Piaget, su vida y sus obras*. En: <http://www6.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/francisco-vazques-jean-piaget-su-vida-y-sus-obras/> (03/02/2011).

Veamos ahora el mismo comportamiento pero desde la perspectiva del constructivismo. Se puede partir tomando dos posiciones básicas de las teorías de los constructivistas: la frase famosa de Piaget:²⁵ «todo lo que se enseña al niño se le impide descubrirlo». Y la teoría de Ausubel: «el niño tiene en su cerebro una serie de conocimientos previos». Con la primera, Piaget plantea que sea el niño quien descubra e identifique por sí solo todo aquello que lo rodea. Es posible que identifique a las personas que más se acercan a él, independientemente de que sea la madre, el tío o cualquier familiar. Sin embargo, este reconocimiento se debe a un estímulo visual repetitivo (si el niño es ciego, el estímulo es por medio del tacto o de tipo auditivo, pero siempre obedece a un estímulo). Pero la frase de Ausubel nos ubica en otro aspecto: ¿Tiene en realidad el niño al nacer algún conocimiento en su cerebro, de tal manera que todo lo que se le enseña lo relaciona con lo que ya tiene? (Más adelante se verá que genéticamente, esta afirmación tiene mucho sentido, pero requiere de un análisis diferente).

Enfoquemos el análisis desde otra perspectiva. De acuerdo con las teorías del conductismo, cuando el niño responde correctamente ante el estímulo se dice que ya ha aprendido. Pero, ¿cómo llegó a esa respuesta? Para brindarla, se vio sometido a una serie de estímulos repetidos con lo cual se formó la idea de lo percibido por sus ojos o su tacto, hasta lograr relacionarlo con lo percibido por sus oídos.

Pero no es solamente el aprendizaje de los niños en su desarrollo el que obedece al esquema Estímulo-Respuesta (E-R) del conductismo. La vida cotidiana está compuesta por acciones netamente conductistas. Ante un olor agradable los jugos gástricos del estómago se activan, entonces se tiene la sensación de hambre; ante un semáforo en rojo usted se detiene; si alguien menciona su nombre, usted gira la cabeza en la dirección de donde proviene el llamado. Como estos, son muchos los ejemplos que la cotidianidad nos presenta de actos condicionados por la misma cultura o por la sociedad. Son respuestas que siempre se presentan ante los estímulos descritos. De acuerdo con el conductismo, solamente se requiere del estímulo para obtener la respuesta deseada. Según la teoría de Watson y de Skinner, es esta respuesta la que interesa pues proviene de un estímulo, base del concepto de aprendizaje en ese modelo de E-R. Pero, como se mencionó anteriormente, lo que deja de lado este modelo es precisamente la manera como se generó dicha respuesta. Esta proviene necesariamente del cerebro y para ello se necesita que exista algo allí dentro, de tal manera que cuando se presente el estímulo, se active dicha respuesta. Según el constructivismo, el estímulo llega al cerebro y se relaciona con lo ya existente en él y se produce la respuesta. Pero, ¿qué es lo que hay en el cerebro que permite brindar la respuesta? ¿No es acaso, al igual que en el conductismo, un algoritmo o conjunto de pasos lógicos para desarrollar una actividad? Es posible que se trate de algoritmos diferentes pero son algoritmos los que se generan en el cerebro, ya sea por la acción repetida de un estímulo para generar una respuesta o a través de situaciones que propician un análisis un poco más complejo.

En este orden de ideas, retomando el aprendizaje en la escuela y, teniendo en cuenta que estos mismos comportamientos son los que se tienen en el aula, este par de posiciones aparentemente contrarias en realidad tienen cosas en común: ambas buscan facilitar el aprendizaje a través de algoritmos generados en el cerebro de quien aprende, sólo que desde puntos de partida diferentes. El hecho de que el conductismo trate de lograr que el estudiante entregue una respuesta seguramente preconcebida, ante un estímulo o pregunta, y que los constructivistas traten de lograr lo mismo, es decir, que el estudiante llegue a un resultado pero por métodos diferentes, no significa que sean sistemas o métodos opuestos, puesto que ambos, de manera distinta, están tratando de crear

²⁵ Esta frase de Piaget muestra una posición muy radical, además de extrema, en el tema del aprendizaje. Si un niño no tiene alguna guía, difícilmente progresa en su aprendizaje como se verá en otro capítulo de esta tesis.

algoritmos en el cerebro del estudiante, de tal manera que, ante estímulos que pueden ser situaciones reales o ficticias, el estudiante entregue el resultado esperado. Cada vez, los expertos en la enseñanza se preguntan cuál puede ser la mejor manera de llegar al estudiante, y entonces se introducen en las prácticas pedagógicas todos aquellos elementos que a juicio del docente sirven para que el estudiante adquiera los conceptos que han de trabajar en el momento, buscando siempre mejorar los resultados al final de los cursos.

El filósofo Camino Cañón Loyes, hablando de la epistemología en las matemáticas, hace una afirmación que es el reflejo de lo que se entiende por aprendizaje en el ámbito académico: «[...] el alumno aprende adaptándose a un medio de desequilibrios y en él construye su propio conocimiento, que se manifiesta en las respuestas nuevas que es capaz de dar, siendo estas precisamente la prueba mejor del aprendizaje logrado».²⁶

Desde una postura netamente constructivista con la influencia directa de Piaget²⁷, el autor plantea el conocimiento «medido» por la respuesta de quien aprende, después de adaptarse a un medio de desequilibrio. Pero si se acepta esta hipótesis, la pregunta sigue vigente: ¿Cómo logra adaptarse el alumno? Para facilitarle el trabajo de adaptación, como ya se ha dicho, los pedagogos implementan modelos o maneras diferentes de presentar la información, ya sea por medio de la repetición o a través de elementos y situaciones de la vida real para generar situaciones problemáticas que permitan al estudiante el análisis de ella y plantear soluciones posibles. Es decir, por medio de la aplicación del conductismo o del constructivismo.

1.1.3.2. ¿Por qué se habla de Modelo pedagógico?

Se han mencionado hasta ahora en este apartado dos conceptos importantes: el modelo pedagógico y el algoritmo. Para efectos de claridad en lo que se está exponiendo, mostraré los conceptos asumidos sin mucha profundidad, pues se trata de términos que son objeto de estudio y discusión de la filosofía de la ciencia y no hacen parte de los objetivos de este escrito. Sin embargo, se muestra que es correcto hablar de modelo pedagógico bajo ciertas restricciones del concepto.

La expresión «modelo pedagógico» se ha arraigado en el ámbito escolar. Pero, ¿es correcto hablar de modelos en pedagogía? El concepto de «modelo» es tratado con profundidad por filósofos modernos como Giere (2004, pp. 742-752).²⁸ Sin embargo, con el fin de plantear un marco que sirva de fondo para el caso que se trata, aceptaremos el concepto enciclopédico de modelo: algo que representa una realidad, algo que se tiene para ser imitado, como lo presenta la *Enciclopedia Encarta* en su versión 2008,²⁹ en este caso, un método preestablecido para lograr el aprendizaje.

²⁶ Desde esta perspectiva, el aprendizaje se basa en la interacción propuesta por Vigotsky, donde también se refleja la influencia de Piaget en cuanto habla del desequilibrio y el posterior logro del equilibrio, una de las hipótesis de Piaget para el aprendizaje (Cañón Loyes, 2006, p. 4).

²⁷ De acuerdo con la teoría de Piaget, el aprendizaje se presenta cuando un nuevo conocimiento ingresa al cerebro y desestabiliza los conocimientos existentes, y luego se logra la estabilidad (desequilibrio y equilibrio). Como se verá, esta afirmación tiene sentido cuando se analiza el aprendizaje desde lo neuronal (Piaget, 1986).

²⁸ Se cita el modelo (o la relación) de Giere porque se adapta al proceso en el aula, aunque el análisis de los modelos no hace parte de los objetivos de la tesis. Para profundizar en este tema puede referirse a: Ibarra y Larrañaga (2007); Giere, R. (2004); Knuuttila, T. (2005^a) entre otros.

²⁹ *Microsoft Encarta* 2008. 1993-2007 Microsoft Corporation. 'Modelo' (Del it. *modello*). m. Arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo. || 2. En las obras de ingenio y en las acciones morales, ejemplar que por su perfección se debe seguir e imitar. || 3. Representación en pequeño de alguna cosa. || 4. Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.

Ronald Giere (2004, op. cit., p. 743) presenta una relación en la cual involucra un concepto de modelo que puede servir como base de análisis:

«S» utiliza «X» para representar «W» para los propósitos «P»

En esta relación, Giere define «S» como un científico o un grupo de científicos que utilizan una representación (X) para referirse a un aspecto de la vida real (W) con un propósito (P). “What is special about models is that they are designed so that elements of the model can be identified with features of the real world. This is what makes it possible to use models to represent aspects of the world” (Giere, op. cit., p. 747).

En el campo del aprendizaje se ha trabajado tratando de incorporar modelos similares: traduciendo la relación de Giere, el pedagogo (S) utiliza un modelo (X) para representar la manera como los alumnos se apropian del conocimiento (W) con el fin de lograr el aprendizaje (P). Para ello, el pedagogo se basa principalmente en las teorías de la psicología como ciencia que estudia el comportamiento, es decir, se fija en la manera como reacciona un grupo de alumnos ante la forma de presentar cierta información; tiene en cuenta el interés que despierta el tema, los medios utilizados en el proceso, si el estudiante tiene la posibilidad de ser partícipe o no de su aprendizaje, todo ello con un concepto respecto del aprendizaje, asumido como verdadero. Con base en las observaciones, define el llamado modelo pedagógico, con el cual pretende lograr el aprendizaje de la mayoría de los alumnos.

Ahora, aplicar un modelo en la ciencia o en la tecnología es un proceso confiable. Por ejemplo, el modelo preestablecido para producir aceros con determinadas características, donde se tiene en cuenta la temperatura, el tiempo de permanencia a esta temperatura, la velocidad de enfriamiento, el ambiente, entre otros aspectos, todos definidos por el tipo de acero y las características de dureza que se buscan, es eficaz en cuanto al final, se obtiene el producto deseado, es decir, se logra el objetivo. Igual ocurre con los modelos matemáticos para predecir la ubicación de un planeta (leyes de Kepler por ejemplo), o las leyes del movimiento de Newton con sus restricciones inherentes. Pero, ¿es igual para los procesos sociales? ¿Puede aplicarse un modelo para simular el aprendizaje por ejemplo?

Observe que se está tomando la manera de brindar una información o de compartir un conocimiento como modelo, algo difícilmente matematizable³⁰ debido a la cantidad de variables que entran en juego, desde la misma psicología del individuo hasta las circunstancias sociales, económicas, políticas, etc.; sin embargo, la relación de Giere se toma como base para los procesos en la escuela. Podría hablarse de modelo, en cuanto debe ser imitado o aplicado por el cuerpo de profesores, pero no porque en el aprendizaje se obtengan los resultados óptimos.

Esto último está relacionado directamente con otra variable que aparece en la relación de Giere: el propósito. Ya se ha visto que, como modelo, se asume la manera definida por un pedagogo o grupo de especialistas en pedagogía, como se debe impartir el conocimiento para lograr los mejores resultados, es decir, para cumplir con el propósito de lograr el aprendizaje, y que se impone en un sistema educativo a través de leyes o decretos, esto es, con intermediación de la política.³¹

³⁰ La condición de «matematizable» se encuentra, entre otros, en Castro, E. A. (1992): «El modelo debe ser fácilmente visualizable y comprensible conceptualmente y además permitir un tratamiento cuantitativo riguroso [...] Todo modelo debe ser matematizable, en el sentido de poder cuantificar sus predicciones, interpretaciones y correlaciones».

³¹ En el momento histórico actual, esta intermediación tiene que ver con la implementación de las TIC para los procesos en el aula, lo cual se tratará en el siguiente apartado.

Esta intermediación hace difícil la identificación del verdadero propósito en la aplicación de un modelo determinado, aunque siempre en la escuela se hable de calidad educativa, pero las políticas siempre están tendiendo de alguna manera al lado económico, por lo tanto, puede ser que la ley tienda a beneficiar a unos pocos editores, puede estar tratando de reducir los índices de mortalidad académica por medio de un modelo determinado con fines políticos, en fin, es difícil saber el verdadero propósito que se tiene cuando se dicta una ley que obligue a los pedagogos a asumir un determinado modelo educativo.

1.1.3.3. ¿Algoritmos en el aprendizaje?

¿El cerebro se comporta como una máquina que responde de acuerdo con un programa o diseño previo? Podría suponerse inicialmente que esto último es lo que ocurre, por lo tanto, se hace necesario analizar un poco más profundo el término ya utilizado arriba: «algoritmo». Veamos un concepto tomado de la web:

Un algoritmo es un sistema por el cual se llega a una solución, teniendo en cuenta que debe de ser: definido, finito y preciso. Por preciso entendemos que cada paso a seguir tiene un orden; finito implica que tiene un determinado número de pasos, o sea que tiene un fin; y definido que si se sigue el mismo proceso más de una vez llegaremos al mismo resultado. Los algoritmos no se implementan solo como programas, algunas veces en una red neuronal biológica (por ejemplo, el cerebro humano implementa la aritmética básica o, incluso, una rata sigue un algoritmo para conseguir comida), también en circuitos eléctricos, en instalaciones industriales o maquinaria pesada.³²

Este concepto de algoritmo enmarca perfectamente lo que ocurre en el comportamiento, tanto de las máquinas como de las personas. Obsérvese que, cuando en una máquina se presiona un pedal o un botón, la máquina responde entregando un resultado previamente preparado por un experto. Lo que hace el experto para preparar la respuesta, es precisamente desarrollar un sistema algorítmico, de tal manera que, con el solo hecho de presionar el elemento externo, internamente se activa una serie de movimientos (pasos lógicos) que generan un producto o respuesta que cada vez es la misma ante el mismo estímulo. Es decir, se tiene un algoritmo previo que lo único que necesita para activarse y entregar el resultado prediseñado, es el estímulo, y para detenerse, otro estímulo similar (oprimir otro botón o cambiarle de posición al primero, soltar el pedal, etc.).

Pavlov³³ a finales del siglo XIX, para emitir su teoría acerca de los actos condicionados, experimentó con un perro haciendo sonar una campana y ofreciendo comida, ante lo cual el perro respondía derramando saliva; para lograr esta reacción, tuvo que realizar varios intentos hasta que el perro respondía de la manera que él quería. Análogamente, el experto que prepara un algoritmo para una máquina, lo prueba varias veces hasta quedar satisfecho con los resultados: en ambos casos, se tiene una respuesta que podría llamarse condicionada.

Siguiendo con la analogía, Pavlov, al igual que los actuales entrenadores de animales, propiciaba estímulos repetidos (golpes, caricias, sonidos, gestos) hasta lograr un comportamiento acorde con

³² Es una forma, aunque también enciclopédica, un poco más completa de definir un algoritmo. Tomado de www.mitecnologico.com/Main/ImplementacionAlgoritmosSecuenciales (01-08-08).

³³ Podría decirse que Iván Pavlov (1849-1936) fue en realidad quien planteó el modelo conductista, puesto que, con base en su teoría acerca de los actos condicionados, Watson definió dicho modelo, pero fue este último quien lo implementó para los procesos de enseñanza y de aprendizaje. (Ver: *Ivan Petrovich Pavlov y los reflejos condicionados*. En: <http://conductismo.idoneos.com/index.php/337964>) (03/02/2011).

el estímulo; es un proceso similar al trabajo del experto mecánico, quien, después de terminar un montaje, lo prueba en espera del resultado deseado, pero si la respuesta no lo satisface plenamente, es decir, si no es exactamente como él lo requiere, entonces va al sistema y modifica de alguna manera uno o varios elementos, vuelve a poner a prueba el sistema, y el ciclo se hace repetitivo hasta lograr obtener una respuesta sin errores, de acuerdo con su evaluación del resultado. En el caso de Pavlov y de los domadores actuales de animales, el proceso es muy similar. Aunque no pueden hacer lo mismo que el técnico en cuanto destapar y analizar los componentes del sistema, cada vez que el animal no responde como se espera ante un estímulo determinado, empieza a «apretar tuercas», a ayudarle al animal a responder, a castigarlo, a incentivarlo según el caso, es decir, al igual que el técnico, está tratando de «pulir el mecanismo» para que opere ante el estímulo propiciado, en otras palabras, está tratando de generar un algoritmo en el cerebro del animal, de tal forma que brinde siempre la misma respuesta ante el mismo estímulo cada vez que este se presente.

El objeto de los experimentos de Pavlov con sus perros, el de Watson con sus ratas blancas, es el mismo objeto que busca la pedagogía basada en el conductismo: lograr lo que para el conductismo es el aprendizaje, es decir, obtener respuestas predeterminadas ante estímulos repetidos, crear algoritmos en el cerebro que habiliten a la persona para brindar las respuestas esperadas ante un estímulo definido, aunque no les interese cómo se está generando dicho algoritmo. Como ejemplo de este modelo de E-R se tiene el aprendizaje de las tablas de multiplicar. El niño es «sometido» a la repetición incesante de la multiplicación, empezando por la denominada «tabla del uno», luego la del dos y así sucesivamente hasta la del nueve; el niño se «aprende las tablas» pero no sabe siquiera por qué se llaman tablas; en este proceso se utilizan métodos como la simple lectura y repetición posterior de lo leído, cánticos, presentación de las tablas de multiplicar en forma de juegos, todo con el fin de despertar el interés en los niños hacia el aprendizaje de las mismas. El niño debe repetir cada vez desde la primera, hasta que lo recite todo sin error: cuando esto ocurra ha aprendido, es decir, ha memorizado un algoritmo o serie de algoritmos o de estímulos, de tal manera que cuando le presentan cualquiera de ellos, por ejemplo 7×4 , la respuesta debe ser siempre 28; de lo contrario, aún le falta «practicar más las tablas» porque no ha «aprendido» lo suficiente; en otras palabras, el algoritmo no está bien arraigado en su memoria.

Estas respuestas ante estímulos determinados, esa obediencia ciega, propia del servilismo, Watson la llamó «aprendizaje o adquisición de conocimiento». Skinner sostiene con Watson una concepción propia respecto al conocimiento, como quedó plasmado en una cita anterior y que ahora se retoma. «El conocimiento es un repertorio de comportamientos. No es el caso que usemos el conocimiento para guiar nuestro comportamiento sino que “el conocimiento es acción o por lo menos reglas para la acción”» (Skinner, op. cit., p.152). En este planteamiento acerca del conocimiento se muestra claramente la filosofía del conductismo. El aprendizaje es una consecuencia de la psicología del individuo, puesto que es un reflejo del comportamiento. Se aprende cuando se es capaz de obrar o de responder acertadamente ante un estímulo, es decir, si se da un estímulo determinado a un niño y este actúa de la manera como se espera que lo haga ante este estímulo, entonces se concluye que el niño ha aprendido.

Este proceso, asumido por la mayoría de las instituciones educativas en el siglo XX, se convierte en el modelo por excelencia para enseñar y aprender, no solamente las tablas de multiplicar sino todo aquello que tiene que ver con las matemáticas y sus diferentes aplicaciones (por extensión, todos los campos del saber a los cuales se enfrenta el estudiante en la escuela), lo cual conlleva una serie de aparentes inconvenientes, entre otros, la ausencia de la componente analítica que debe acompañar a los procesos matemáticos principalmente. Otra implicación negativa en el comportamiento del estudiante se presenta cuando, como se verá más adelante, se trata de implementar nuevos métodos

para el aprendizaje, por ejemplo, si se quiere enseñar a multiplicar de tal manera que la memoria no sea la principal o única fuente de aprendizaje, mostrando la multiplicación como la abreviación de una suma de sumandos iguales, el estudiante toma estos procesos como «un complique adicional» a su proceso de aprendizaje.

Algo similar ocurre cuando se presenta al estudiante un algoritmo matemático para sumar números fraccionarios; al igual que con las tablas de multiplicar, se le hace repetirlo varias veces hasta que logra realizarlo sin errores. La experiencia acumulada como docente, nos muestra que cuando se trata de explicar el proceso de la suma de números fraccionarios de una manera más conceptual, es decir, tratando de hacerlo ver como algo más lógico y acorde con la realidad, el estudiante lo rechaza al tomarlo, como se dijo anteriormente, como un complique adicional: «profe, para sumar fraccionarios basta multiplicar en cruz» es una frase común y que muestra el aprendizaje memorístico al que ha sido sometido el alumno, al igual que la tendencia al facilismo, a la pereza mental para todo lo que requiera un poco de esfuerzo analítico en el aprendizaje.

¿Qué ocurre entonces con el constructivismo? ¿No se tiene acaso el mismo problema de aprendizaje? Cuando el alumno «descubre» los resultados de las tablas de multiplicar a través de los juegos o las actividades propuestas por el profesor, convierte este «descubrimiento» en una respuesta lista para ser entregada cuando se requiera: $4 \times 7 = 28$. Bajo el modelo conductista, la actitud del estudiante antes de responder, generalmente es la de repasar rápidamente los resultados de los algoritmos próximos al que se le está solicitando, mientras que bajo el modelo constructivista, repasa el juego o la actividad a través de la cual llegó al resultado. La diferencia entonces entre estos dos modelos radica en la manera de «apretar las tuercas», de plantear las situaciones diferentes, analizar los resultados y definir correctivos al modelo para obtener el resultado esperado.

El papel del pedagogo, continuando con la analogía de un experto en reparar maquinaria, se asemeja a lo que realiza este experto ante una máquina que no funciona adecuadamente. Este tiene dos opciones: analiza exteriormente y trata de acomodar elementos desde fuera introduciendo algunas herramientas, luego la limpia y la pone a trabajar; generalmente este procedimiento no brinda los resultados esperados, o por lo menos, no de una manera duradera; la otra opción es desarmar y analizar el estado de los componentes internos, analizar el algoritmo por medio del cual debe brindar la respuesta esperada, reparar o cambiar lo que hace falta, armar y poner en marcha. Este procedimiento es más confiable y los resultados son más duraderos. El pedagogo solamente tiene la primera opción del experto mecánico; no puede «desarmar» para ver qué está deficiente en el algoritmo que se pretende generar en el cerebro del aprendiz, sino que, desde fuera, trata de «adivinar» lo que este requiere para aprender, y emplea las «herramientas» que tiene a la mano: los denominados modelos pedagógicos, para tratar de subsanar las deficiencias detectadas por medio del análisis de su comportamiento, en este caso, de las respuestas entregadas.

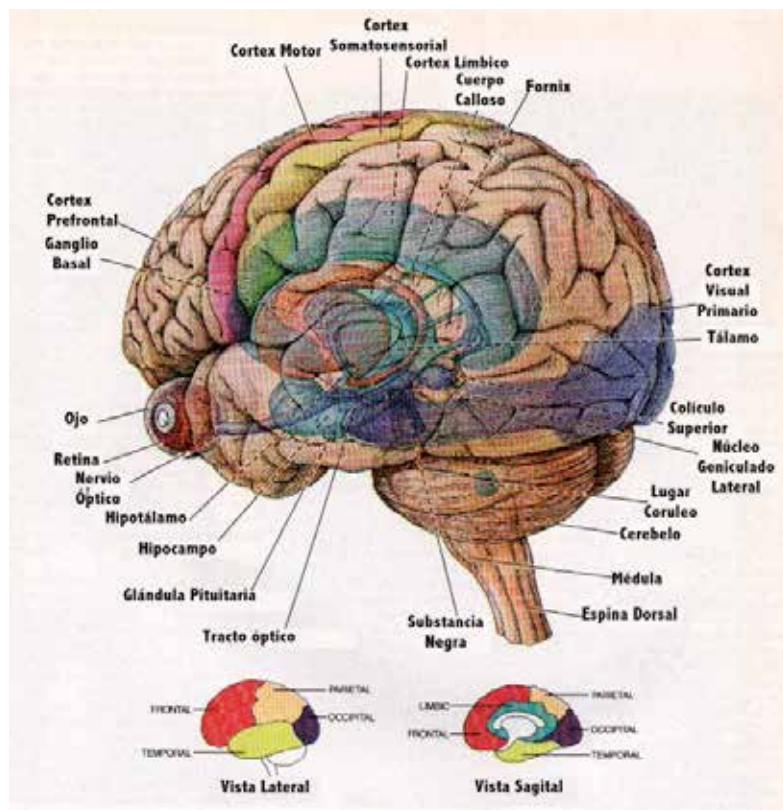
Con lo anterior se concluye que, en un sentido restringido del concepto general de modelo, sí se puede hablar de modelos en pedagogía, cuando se toma como modelo la manera de transmitir un conocimiento que ha dado sus frutos en casos puntuales, y que, por alguna razón, generalmente política, se impone en el sistema educativo. A la vez, se ha reforzado la afirmación del ítem anterior: el conductismo y el constructivismo no son modelos contrapuestos, pues tienen mucho en común.



CAPÍTULO 2

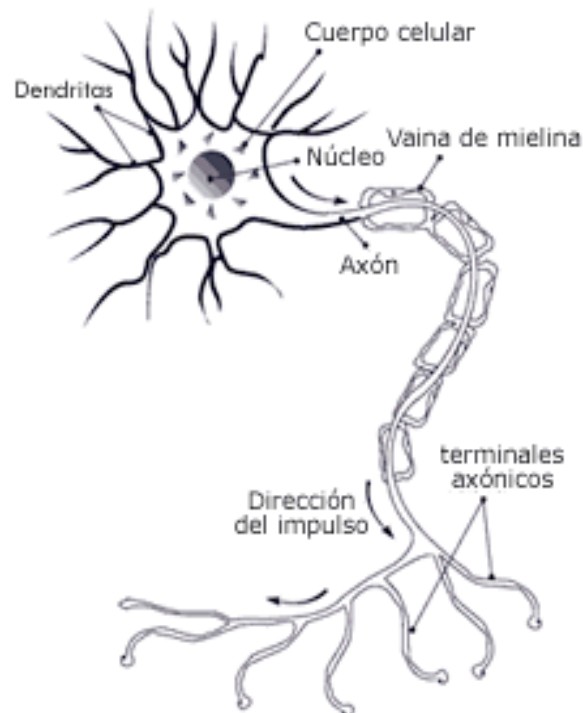
**EL CONCEPTO DE APRENDIZAJE:
PERSPECTIVA NEURONAL**

Figura 2. El cerebro y sus partes



Fuente: www.taringa.net/posts/info/2662863/Las-ondas-

Figura 3. La neurona y sus partes



Fuente: www.filosofiayliteratura.org/.../neurona.gif



CAPÍTULO 3

APRENDIZAJE ACADÉMICO

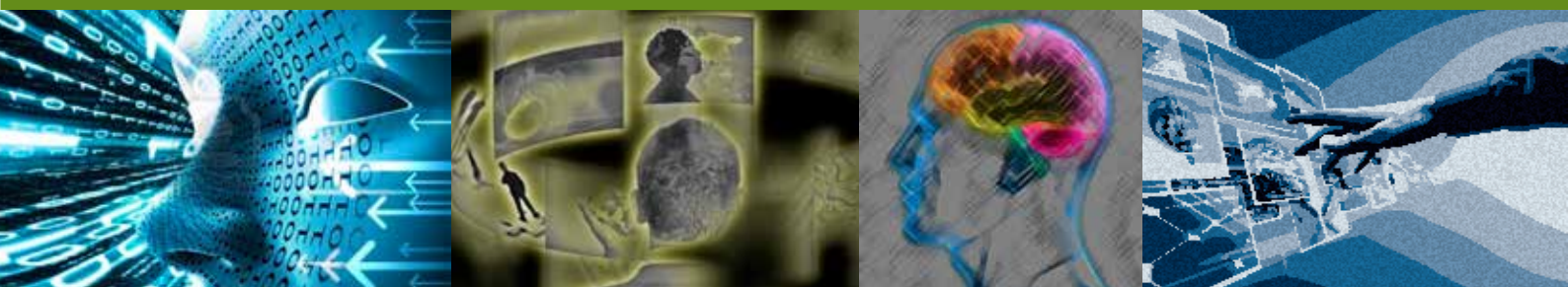
ANÁLISIS DEL PAPEL DE LOS DIFERENTES SENTIDOS EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE



CAPÍTULO 4

LAS TIC EN EL APRENDIZAJE

5. CONCLUSIONES



Hablar de conclusiones en un campo de conocimientos como el que se ha abordado en este trabajo, debe entenderse que se da por terminado, no que se ha terminado, porque como se ha dejado entrever a través de todo el texto, cualquier tema que se aborde dentro de las temáticas tratadas se analiza hasta obtener la claridad requerida dentro del contexto para continuar el análisis que permita avanzar hacia la hipótesis u objetivo principal. Sin embargo, si se toma como base lo que sugiere el título y lo planteado en la introducción, se hace necesario mirar cada una de ellas para observar los logros obtenidos.

El tema central de esta tesis es el concepto de aprendizaje seguido en importancia por el análisis de las TIC, análisis enfocado hacia su posible utilización como elementos mediadores entre el alumno y el aprendizaje. En este sentido, la conclusión que se plantea como central de toda la tesis es que las TIC, por lo menos como son utilizadas en la actualidad en el aula, no son la panacea para el aprendizaje. Tienen muchas potencialidades y ofrecen múltiples posibilidades para ser utilizadas como apoyo, como herramienta para agilizar procesos académicos y de investigación, pero es muy poco lo que se aprovecha de ellas para lograr esa «alianza estratégica» que se trata en el título. Esto, debido fundamentalmente a otra conclusión que se extrae del texto: el principal protagonista del aprendizaje es el alumno mismo; el papel de los medios o mediadores, así como de los modelos pedagógicos empleados por el profesor, pasan a un plano secundario cuando el alumno no tiene un incentivo o motivación interna que le incite a estar atento; que provoque la disponibilidad de los diferentes componentes del cerebro a estar receptivos. Así, la relación entre el aprendizaje académico y las TIC cobra importancia cuando estas últimas son utilizadas como motivadoras para despertar el interés en el alumno, pero ese interés debe canalizarse hacia los conceptos tratados en el momento, no solamente en la manera deslumbrante de trabajar un software específico o el computador en general. Por lo tanto, desde el punto de vista del aprendizaje como función neuronal, el desarrollo de un microcurrículo basado en las potencialidades de las TIC de tal manera que garantice el aprendizaje, lo cual se planteó también como posible aporte de este trabajo, se presenta como algo inalcanzable con los adelantos científicos y tecnológicos de la actualidad.

Las conclusiones anteriores tienen su soporte en el desarrollo total del texto, pues en cada uno de los cuatro capítulos que lo componen se analizan los temas que van generando los conceptos anteriores, que se pueden considerar como resultados parciales y que aparecen como encabezados para cada uno de los ítems siguientes.

5.1. LAS TIC SE UTILIZAN COMO BENEFICIO ECONÓMICO Y POLÍTICO, MAS NO PARA EL APRENDIZAJE

Esta afirmación corresponde al resultado del análisis realizado a lo largo del primer capítulo. Para llegar a ella se analizó el aprendizaje desde el punto de vista de la pedagogía como tema central del capítulo. Dentro de este análisis surgieron planteamientos interesantes, como aquel referido a la aparente rivalidad entre los modelos pedagógicos más utilizados en el sistema educativo actual, donde se afirma que el conductismo es la base del constructivismo, puesto que este último se genera en el cerebro a partir de aprendizajes básicos adquiridos a través de la experiencia, o mejor aún, a través del modelo conductista.

La relación entre el aprendizaje y la tecnología arrojó también el planteamiento de otros conceptos relacionados, como el de la clasificación que se da para las tecnologías entre nuevas y viejas; el estudio mostró que esa diferenciación es errónea, pues la tecnología es el resultado del funcionamiento del cerebro; lo que se tiene en realidad son bases diferentes sobre las cuales actúa el cerebro, siendo

estas más completas en cada una de las épocas, debido al desarrollo científico, tecnológico y social logrado durante épocas anteriores. Igualmente se pudo establecer que las denominadas «nuevas tecnologías» o tecnofactos modernos no son más eficientes que los mediadores tradicionales cuando se trata del aprendizaje; esta eficiencia depende en gran medida de la forma como son utilizados por el profesor, tanto los recursos tradicionales como los tecnofactos modernos.

Todas estas conclusiones se van encaminando hacia la utilización de las TIC y sus posibles bondades para el aprendizaje. En otras palabras, se va generando un marco teórico propio dentro del cual se pueda llevar a cabo la discusión que surge de la afirmación que se hace como encabezado de este apartado.

Del análisis realizado en el primer capítulo se puede afirmar que ninguno de los modelos utilizados, conductismo y constructivismo, son verdaderamente eficientes en cuanto a garantizar el aprendizaje, ya sea que se utilicen mediadores tradicionales o tecnofactos modernos. Sin embargo se sigue promoviendo la utilización de estos últimos, mostrando muchas veces de manera engañosa las ventajas que se tienen para el aprendizaje con su uso. La publicidad desplegada entre los directivos educativos y los políticos, hace que se promulguen normas tendientes a implementar nuevos currículos basados en las denominadas nuevas tecnologías, pero esta divulgación solo muestra las bondades en el hacer, la facilidad para operar, lo mismo que las facilidades para el docente o instructor, pero poco se argumenta del posible aporte al aprendizaje de los alumnos (por esta razón se habla de «engañosa»). Una muestra de ello es el estudio de los datos estadísticos que se realiza en las escuelas para mostrar la eficiencia de la metodología empleada con un grupo de estudiantes, la cual se toma como parámetro para decidir si los alumnos aprendieron o no. Pero en realidad no se está evaluando el nivel de aprendizaje sino el cumplimiento o no de ciertas actividades planteadas por el docente, que muchas veces incluyen el comportamiento disciplinar; es decir, la nota de una asignatura se toma como un medio de poder y de intimidación hacia el alumno.

En este orden de ideas, quienes introducen los tecnofactos en el sistema educativo son movidos, consciente o inconscientemente, por razones totalmente ajenas a los objetivos de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, esto es, por razones políticas o económicas.

5.2. APRENDERES MUCHO MÁS QUE RECIBIR Y REPETIR INFORMACIÓN

Dentro de las conclusiones que se pueden considerar como secundarias en su relación con la principal, se tienen los resultados del segundo capítulo, donde se analiza primordialmente el funcionamiento del cerebro. Este análisis arroja ciertos resultados importantes para el objetivo de la tesis, algunos de los cuales menciono a continuación.

El aprendizaje puede decirse que es aquello que los conductistas dejan de lado y los constructivistas lo tienen en cuenta pero solo como teoría: es una función cerebral. En realidad es un sistema complejo ante el cual los pedagogos están desarmados pues los modelos que utilizan solo sirven, como se menciona simbólicamente en el texto, para «tratar de reparar la máquina desde el exterior» sin importar cuál sea el modelo empleado. Su complejidad está relacionada con el funcionamiento del cerebro. Es una de las maneras de manifestarse dicho funcionamiento.

El cerebro es un sistema de una complejidad tal que difícilmente se encuentra una máquina construida por el hombre que se le pueda igualar. Es cierto que existen computadoras con muchas funciones, pero hay una gran diferencia entre estas y el cerebro: la máquina está compuesta de

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Axóns: largo brazo de la neurona.

Decodificación: puede entenderse como la transformación que experimenta un estímulo que se recibe desde el medio.

Dendritas: ramificación de la neurona encargada de recibir la información de los neurotransmisores.

Despolarización: cambio de potencial al interior de la célula, es decir, la carga negativa se reduce (pierde su electronegatividad) hasta el denominado umbral o límite.

Encéfalo: masa intracraneana que incluye al cerebro .

Eolípila: primera máquina movida por el vapor de agua. Inventada por Herón de Alejandría (siglo I A. C.).

Extrínseco: se relaciona con la producción artesanal. La estética del producto se hace por fuera del proceso.

Hipotálamo: forma parte del sistema nervioso autónomo, aquel que controla los movimientos vitales como la respiración, el latido del corazón.

Intrínseco: con el advenimiento del diseño industrial, la estética del producto debe hacer parte del proceso productivo.

Lípidos: grasas.

Lóbulos: zonas del cerebro.

Moldear: pulir.

Motrices: células encargadas del movimiento.

Nanómetro: medida de longitud equivalente a 10^{-9} metros.

Neuronas: células nerviosas.

Neurotransmisores: compuestos químicos que son liberados en la sinapsis para que hagan el contacto con las dendritas.

Plasma: compuesto de lípidos y proteínas que sirve de aislante eléctrico.

Repolarización: el potencial interno de la célula se va tornando menos positivo hasta recuperar su electronegatividad.

Sensoriales: células encargadas de captar los estímulos externos.

Sinapsis: pequeño espacio interneuronal donde se produce la comunicación entre neuronas con la ayuda de los neurotransmisores.

Soma: cuerpo de la célula.

Tálamo: forma parte del sistema nervioso autónomo, aquel que controla los movimientos vitales como la respiración, el latido del corazón.

Tecnofactos: productos de la técnica y la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- Abadzi, H. (2006). *Efficient Learning for the Poor: Insights from the Frontier of Cognitive Neuroscience*. Herndon, VA, USA: The World Bank.
- Ackerman, S. (1991). *Discovering the Brain*. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Acosta, K. (S.f.). *La noción de representación social. Su estudio en la psicología social*. UNAM.
- Agazzi, E. (1998). From Technique to Technology: The Role of Modern Science. *Society for Philosophy and Technology*, 4(2).
- Aristizábal F, J. (1996). Los avances de la humanidad a través de los hitos tecnológicos. *Innovación y Ciencia. Colciencias*, V(2), 54-63.
- Armstrong, D. (1997). What is consciousness? BFG: 721– 728. Lycan, W.G. 1997. Consciousness as internal monitoring. BFG: 755– 772. In: Bartsch, R. (2002). *Consciousness Emerging. The dynamics of perception, imagination, action, memory, thought, and language*. Philadelphia, PA, USA: John Benjamins Publishing Company.
- Arroyo A., I. (1997). *Creación de imágenes mentales según la naturaleza y las formas de estímulos*. España: Universidad Complutense de Madrid.
- Ávila, P. (1999). Aprendizaje con nuevas tecnologías. Paradigma emergente. En: *investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c37aprendizaje.pdf*.
- Avital, E. (2000). *Animal Traditions: Behavioural Inheritance in Evolution*. Port Chester, NY, USA: Cambridge University Press.
- Bartsch, R. (2002). *Consciousness Emerging. The dynamics of perception, imagination, action, memory, thought, and language*. Philadelphia, PA, USA: John Benjamins Publishing Company.
- Bassett, S. (2005). *Anatomy and Physiology*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Incorporated.
- Beauregard, M. (ed.) (2004). *Consciousness, Emotional Self-Regulation and the Brain*. Philadelphia, PA, USA: John Benjamins Publishing Company.
- Bennett, M. R. (2007). *Neuroscience and Philosophy: Brain, Mind, and Language*. New York, NY, USA: Columbia University Press.
- Bentley, E. (2000). *Awareness: Biorhythms, Sleep & Dreaming*. Florence, KY, USA: Routledge.
- Berne, R. M. and Levy, M. N. (1996). *Principles of Physiology*, 2nd edn, St Louis MO: Mosby.
- Betts. R. F. (1979). *Europe in retrospect. A brief history of the past two hundred years*. Lexington, MA: D.C. Heath and Company.
- Boniface, S. (2003). *Plasticity in the Human Nervous System: Investigations with Transcranial Magnetic Stimulation*. West Nyack, NY, USA: Cambridge University Press.
- Boud, D. and Prosser, M. (2002). Appraising New Technologies for Learning: A Framework for Development. *International Council for Education Media*, 39(3-4), 237-245.

- Bransford, J. D. (ed.) (1999). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC, USA: National Academies Press.
- Bransford, J. D. (ed.) (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School (Expanded Edition)*. Washington, DC, USA: National Academies Press.
- Brant, G.; Hooper, E. and Sugrue, B. (1991). Which comes first the simulation or the lecture? *Journal of Educational Computing Research*, (7), 469–481.
- Brown, H. J. (2008). *Videogames and Education*. Armonk, NY, USA: M.E. Sharpe, Inc.
- Bunge, M. (2010). *Matter and mind*. Dordrecht-Heidelberg-Londres-Nueva York, NJ, USA: Springer.
- Burkey, J. M. (2006). *Baby Boomers and Hearing Loss*. New Brunswick, NJ, USA: Rutgers University Press.
- Byron, I. and Gagliardi, R. (1999). *Communities and the Information Society: The Role of Information and Communication Technologies in Education*. Canada: International Development Research Centre/ UNESCO, International Bureau of Education.
- Cañón L., C. (2006). La mediación de la epistemología matemática en las propuestas de educación matemática. *Diálogo Filosófico*, 64.
- Carlsen, D. and Andre, T. (1992). Use of a microcomputer simulation and conceptual change test to overcome students perceptions about electric circuits. *Journal of Computer-Based Instruction*, (19), 105–109.
- Cartwright, N. (1999). *The dappled world: a study of the boundaries of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Castells, M. (2009). *Communication Power*. Oxford, GBR: Oxford University Press.
- Castro, E. A. (1992). El empleo de modelos en la enseñanza de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1).
- Cercone, K. (2006). Brain Based Learning. In: Sorenson, E. K. ed. (2006) *Enhancing learning Through Technology*. Hershey, PA, USA: Information Science Publishing. Cap. XIII.
- Chaves P., J. (2004). Desarrollo Tecnológico en la Primera Revolución Industrial. *Norba, Revista de Historia*, 17, 93-109.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P. J. and Glaser, R. (1993). Categorization and Representation of Physics Problems by Experts and Novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152. University of Pittsburgh PA.: Learning Research and Development Center.
- Chichester, W. (1996). *Growth factors in hair cell ephitelia of the ear*. West Sussex, England: British Library.
- Clyde Tombaugh's Rich Legacy (2005). *Sky and telescope*, 109(6), 108-109.
- Coll, C.; Palacios, J. y Marchesi, A. (1992). Desarrollo psicológico y educación. *Psicología de la educación escolar*, Vol. 1. Madrid, Alianza Editorial S.A.
- Coll, C.; Palacios, J. y Marchesi, A. (2002). Desarrollo psicológico y educación. *Psicología de la educación escolar*, Vol. 2. Madrid, Alianza Editorial S.A.

- Crookall, D. (1988). Computerized simulation: An overview. *Social Science Computer Review*, 1, 1–11.
- Cross, J. (2004). An informal history of eLearning. *On the Horizon*, 12(3), 103-110. Emerald Group Publishing Limited.
- Cunningham, M.; Harris, S. and Kerr, K. (2003). Technologies Supporting Teaching and Learning. *Educational resources and technology education*. Series LGA Research Report. Vol. 49. United King, National Foundation for Educational Research.
- David, R. O. (2002). *Plasticity and Geomechanics*. West Nyack, NY, USA: Cambridge University Press.
- DeCharms, R. (1968). Personal causation. New York: *Academic*, 43(5), 349-358.
- Deci, E. L. (1975). *Intrinsic motivation*. New York: Plenum.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985b). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Deci, E. L. and Ryan, R. M. (2000). The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.
- Dowling, J. (2004). *Great Brain Debate: Is It Nature or Nurture?* Washington, DC, USA: National Academies Press.
- Duhem, P. (2003). *La teoría física. Su objeto y su estructura*. Barcelona: Herder Editorial.
- Edelman, G. M. (2006). *Second Nature: Brain Science and Human Knowledge*. New Haven, CT, USA: Yale University Press.
- Encyclopadia Britannica Online* (2009). Organelle. In: www.britannica.com/EBchecked/topic/431912/organelle (05/11/2009).
- Entwistle, ON. and Ramsden, P. (1983). *Understanding Student Learning*. Croom Helm, London.
- Espósito, A. (ed.) (2007). *Fundamentals of Verbal and Nonverbal Communication and the Biometric Issue*. Amsterdam, NLD: IOS Press.
- Estévez-González, A.; García-Sánchez, C. y Junqué, C. (1997). La atención: una compleja función cerebral.
- Fernández A., R.; Server G., P. y Cepero F., E. (2000). El aprendizaje con el uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. En: *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*. Ciego de Avila, Cuba. Tomado de: <http://www.rioei.org/deloslectores/127Aedo.PDF>
- Ferzola, M. (2007). *La historia de Atari*. Tomado de: prismadigital.wordpress.com/2007/12/17/la-historia-de-atari/
- Friesen, N. (2004). Three Objections to Learning Objects and E-learning Standards. In: McGreal, R. (ed.). *Online Education Using Learning Objects*. London: Routledge.
- Frijda, N. H. (1988). The laws of emotion. *American psychologist*, 43, *University of Amsterdam, The Netherlands*.
- Gazzaniga, M.; Ivry, R. & Mangun, R. (1998). *Cognitive neuroscience*. New York: W. W. Norton.
- Giere, R. N. (2002). How models are used to represent reality. *Philosophy of Science*. Assoc. PSA Symposia.

- Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of Science*, 71(5), 742-752.
- Given, B. (2002). *Teaching to the Brains Natural Learning Systems*. Alexandria, VA, USA: Association for Supervision & Curriculum Development.
- Goldblum, N. (2001). *Brain-Shaped Mind: What the Brain Can Tell Us about the Mind*. Port Chester, NY, USA: Cambridge University Press.
- González, J. (2009). Evolución histórica de la relación mente-cerebro. Universidad Católica de Chile. Escuela de medicina, Depto. de Neurología. En: miketrigoblogspot.com/.../evolucion-historica-de-la-relacion.html
- González Q., J. L. (1994). *Mente y cerebro*. Madrid: Iberediciones.
- Greco, G. M.; Paronitti, G.; Turilli, M. and Floridi, L. (2005). *The Philosophy of Information: A Methodological Point of View*. Oxford, U. K. Oxford University Computer Laboratory.
- Green, C. D. (S.f.). Anima (On the soul). Aristotle (ca. 350 b.C). Classics in the History of Psychology. An internet resource developed by York University, Toronto, Ontario.
- Gummer, A.W. (ed.) (2003). *Biophysics of the Cochlea: From Molecules to Models*. River Edge, NJ, USA: World Scientific Publishing Company.
- Gurian, M. and Henley, P. (2001). *Boys and Girls Learn Differently!: A Guide for Teachers and Parents*. San Francisco, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Hannaford, C. (1995). *Smart moves: Why learning is not all in your head*. Arlington, VA: Great Ocean Publishers.
- Harrison, C.; Comber, C.; Fisher, T. et al. (2002). *Impact 2: The Impact of Information and Communication on Pupil Learning and Attainment. Strand 1 Report*. London: DfES.
- Hatwell, Y. (ed.) (2003). *Touching for Knowing. Cognitive psychology of haptic manual perception*. Philadelphia, PA, USA: John Benjamins Publishing Company.
- Hayes, M. (2006). *ICT in the Early Years*. Buckingham, GBR: Open University Press.
- Hayne, H. (2000). *The Development of Implicit Memory*. Philadelphia, PA, USA: John Benjamins Publishing Company.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Heffner Ch. L. (2001). Motivation and Emotion: Psychoanalytic Theory. *Psychology*, 101, Ch. 7.
- Helmholtz, H. Von (1867/2000). *Treatise on physiological optics*. (Translated from German, J. P. C. Southall.) Bristol: Thoemmes.
- Hill, L. H. (2001). The brain and consciousness: Sources of information for understanding adult learning. *New directions for Adult and Continuing Education*, 8, 7381.
- Howard, A. B. (June, 2004). American Studies and the New Technologies: New Paradigms for Teaching and Learning. *Rethinking History*, 8(2), 277–291.
- Hsu, Y-S. and Thomas, R. A. (2002). The impacts of a web-aided instructional simulation on science learning. Iowa State University. *International Journal of Science Education*, 24(15), 955-79.
- Hutchinson Pocket Dictionary of Biology*. (2005). Abingdon, Oxfordshire, GBR: Helicon Publishing.

- Ibarra A. y Larrañaga J. (2007). Los modelos de la ecología de poblaciones como representaciones interventivas. *Representaciones*, 3(2), 43-62.
- Ibarra, A. y Mormann, Th. (eds.) (2000). *Variedades de la representación en la ciencia y la filosofía*. Barcelona: Ateu Practicum.
- Ibarra, A. y Mormann, Th. (2000). Variedades de la representación en la ciencia y la filosofía. En: *Una teoría combinatoria de las representaciones científicas. Crítica*, 32(95), 3. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas.
- Ibarra, A. y Olivé, L. (eds.) (2003). Ética aplicada a la naturaleza y la tecnología. *Cuestiones Éticas de la Ciencia y la Tecnología en el siglo XXI*. 2 ed. OEI: Universidad del País Vasco, Biblioteca Nueva.
- Ivancevic, V. G. (2005). *Natural Biodynamics*. River Edge, NJ, USA: World Scientific Publishing Company, Incorporated.
- Izard, C. E. (1993). Four systems for emotion activation: Cognitive and noncognitive processes. *Psychological Review*, 100, 68–90.
- Izhikevich, E. M. (2006). *Dynamical Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting*. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
- Jahnke, K. (ed.) (2004). *Middle Ear Surgery: Recent Advances and Future Directions*. New York, NY, USA: Thieme Medical Publishers, Incorporated 4.
- Jamieson, H. (2007). *Visual Communication: More Than Meets the Eye*. Bristol, GBR: Intellect Books.
- Jenkins, H. (2006). *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. New York: New York University Press.
- Jensen, E. (2005). *Teaching with the brain in mind* (2nd edition). Alexandria, V. A. USA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Jiménez, L. (ed.) (2003). *Attention and Implicit Learning*. Philadelphia, PA, USA: John Benjamins Publishing Company.
- Kanani, M. (2003). *Applied Surgical Physiology Vivas*. London, GBR: Greenwich Medical Media Limited.
- Kenny, J. (1996). The Good, the Bad and the Angry. In: *Computers Update, Times Educational Supplement*.
- Keynes, R. D. (2001). *Nerve and Muscle*. West Nyack, NY, USA: Cambridge University Press.
- Klein, R. M. (1999). The Hebb Legacy. In: Robert A. Wilson and Frank C. Keil (ed). *MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. Cambridge, Ma: The MIT Press, pp. 366-367.
- Knuuttila, T. (2005a). Models, Representation and Mediation. *Philosophy of Science*, 72, 1260-1271.
- Lackney, J. A. (2002). *Twelve design principles based on brain-based learning research*. from: <http://www.designshare.com/research/brainbasedlearn98.htm>.
- Landowne, D. (2006). *Cell Physiology*. Blacklick, OH, USA: McGraw-Hill Medical Publishing Division.
- Lane, N. (2005). *Power, Sex, Suicide: Mitochondria and the Meaning of Life*. Oxford, GBR: Oxford University Press, UK.

- Lane, R.; Nadel, L.; Allen, J. & Kaszniak, A. (2000a). The study of emotion from the perspective of cognitive neuroscience. In: R. Lane, L. Nadel, G. Ahern, J. Allen, A. W. Kaszniak, S. Rapcsak, & G. E. Schwartz, (eds.), *Cognitive neuroscience of emotion*. (pp. 3-11). New York: Oxford University Press.
- Lashley, K.S. (1960). The Cerebral Organization of Experience. In: FA Beach, *et al* (eds.). *The Neuropsychology of Lashley*, McGraw-Hill.
- Lawson, A. E. (2003). *Neurological Basis of Learning, Development and Discovery: Implications for Science and Mathematics Instruction*. Secaucus, NJ, USA: Kluwer Academic Publishers.
- LeDoux, J. E. (1996). *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Littleton, K. and Wegerif, R. (eds.) (2003). Special issue on deliberation with computers: exploring the distinctive contribution of new technologies to collaborative thinking and learning. *International Journal of Educational Research*, 39(8), 787–791.
- Livingstone Smith, D. (2003). *Psychoanalysis in Focus*. London: Sage Publications, Incorporated.
- Locke, J. (1690). *An Essay Concerning Human Understanding*. In: <http://socserv.mcmaster.ca/~econ/ugcm/3ll3/locke/Essay.htm>
- Longstaff, A. (2000). *Instant Notes in Neuroscience*. Oxford, GBR: BIOS Scientific Publishers, Limited.
- López C., J. A. (2003). Ciencia, Tecnología y Sociedad. En: Ibarra, A. y Olivé, L. (ed.). *Cuestiones éticas de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) / Universidad del País Vasco.
- Lunetta, V. and Hofstein, A. (1991). Simulation and laboratory practical activity. In: B. Woodnough (ed.). *Practical Science*. Buckingham: Open University Press, pp. 125–150.
- Lynch, G. (1995). *Brain and Memory: Modulation and Mediation of Neuroplasticity*. Cary, NC, USA: Oxford University Press.
- Llinas, R. (2001). *I of the Vortex. From Neurons to Brain*. Massachusetts: MIT Press Cambridge.
- Llinas, R. (2005). *El cerebro y el mito del yo*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.
- MacGregor, J. (2000). *Introduction to Anatomy and Physiology of Children*. Florence, KY, USA: Routledge.
- MacGregor, R. J. (2006). *On the Contexts of Things Human: An Integrative View of Brain, Consciousness, and Freedom of Will*. River Edge, NJ, USA: World Scientific.
- MacKeogh, K. (1999). Networking for Europe? The Role of Open and Distance Learning Networks in Promoting European Competitiveness and Cohesion. In: *International Council for Distance Education Conference*. Vienna, June 1999.
- Mackeogh, K. (2002). National Policies on the Cost-Effective Use of New Technologies in Lifelong Learning. *European Education*, 33(4), 41–55.
- Marquès G., P. (2004). *El impacto de la sociedad de la información en el mundo educativo*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación.
- Martini, J. (1997). Der Einsteinturm. *Ciencia Hoy*, 7(41).

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- <http://allpsych.com/psychology101/motivation.html> (20/06/08).
- <http://conductismo.idoneos.com/index.php/337964> (03/02/2011).
- http://educacion.idoneos.com/index.php/Teorías_del_aprendizaje (21/02/2008)
- <http://filtracionesdelasalud.wordpress.com/2011/04/27/el-pel> (15/03/2011)
- <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2001/papers/sagasti-1-1.pdf>. (02/02/2011).
- http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c37aprendizaje.pdf. (12/12/2007).
- <http://poseidon.sunyopt.edu/helmholtz/OCRVolume1.pdf> (03/10/2011).
- <http://prismadigital.wordpress.com/2007/12/17/la-historia-de-atari/>. (7/07/2008)
- <http://psych.upenn.edu/backuslab/Helmholtz> (03/10/2011).
- <http://socserv.mcmaster.ca/~econ/ugcm/3ll3/locke/Essay.htm> (03/10/2011).
- <http://tip.psychology.org/> (05/09/2011).
- <http://tip.psychology.org/paivio.html> (05/09/2011).
- <http://www.clinicapsi.com/programacion%20neurolinguistica.html> (24/05/2011).
- <http://www.comportamental.com/articulos/23.htm> (03/02/2011).
- <http://www.designshare.com/research/brainbasedlearn98.htm>. (24/06/2009).
- http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/17223/La_atencion.pdf. (20/03/2011).
- http://www.eff.org/Net_info/Tools/Ratings_filters_labelling/. (13/03/2011).
- <http://www.formaciondeformadores.com/fpuntualconcurso.htm> (25/06/2010).
- <http://www.galeon.com/tomasaaustin/evol/evol.htm> (28/01/2008).
- <http://www.historiadelamedicina.org/Roentgen.html> (02/03/2011)
- http://www.infoworld.com/article/02/06/12/020612hnmexico_1.html; (13/03/11).
- <http://www.lighting.philips.com.ar/lightcommunity/trends/gre>.
- <http://www.medterms.com/script/main/art.asp?articlekey=14345> (24/06/2009).
- <http://www.portalplanetasedna.com.ar/antibioticos.htm>. (02/03/2011).
- <http://www.privacydigest.com/> (13/03/2011).
- <http://www.rioei.org/deloslectores/127Aedo.PDF> (21/05/2008).
- <http://www.tandf.co.uk/journals>. (02/03/2011).
- <http://www6.ufrgs.br/psicoeduc/piaget/francisco-vazques-jean-piaget-su-vida-y-sus-obras/> (03/02/2011).
- <http://www.wordreference.com/es/en/frames.asp?es=interacción> (04/05/2011).
- <http://www.workersforjesus.com/dfi/deafbio.htm> (21/07/2010).
- <http://www.ebrary.com/lib/bibliotecaitm/Doc?id=10041227&ppg=23> (25/11/2009).
- <http://tip.psychology.org/paivio.html> (10/10/2011)
- <http://www.princeton.edu/~achaney/tmve/wiki100k/docs/Striatu> (11/02/010).
- www.benbest.com/science/anatmind/anatmind.html. (26/10/2010).
- www.biografiasyvidas.com/biografia/p/piaget.htm... (03/02/2011).
- www.britannica.com/EBchecked/topic/431912/organelle (05/11/2009).
- www.columbia.edu/cu/psychology/.../Hochberg/faculty.htm (13/09/2011).
- www.enseignement.be/prof/dossiers/tice/passeport/presentation.asp (08/07/08).
- www.escenografia.cl/vest.htm. (13/03/2011).

www.investigacion.ilce.edu.mx/dice/articulos/articulo5.htm. (12/12/2007).

www.irdc.ca/acacia/studies/ir-unes1.htm. (13/09/2011).

www.javeriana.edu.co/Facultades/Ciencias/neurobioquimica/libros/celular/citoesqueleto.html
(05/11/2010).

www.lahistoriadelaautomovil.blogspot.com/ (02/03/2011).

www.mitecnologico.com/Main/ImplementacionAlgoritmosSecuenciales (01/08/2011).

www.mmur.net/aricritideas.htm - 8k (27/06/08).

www.unctad.org/Templates/Download.asp?docid=6459&lang=3&intItemID=1397 (13/03/11).

LEÓN DARÍO FERNÁNDEZ BETANCUR

Ph.D. en estudios sobre Ciencia y Tecnología de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Ingeniero mecánico de la Universidad de Antioquia. Fue profesor del ITM y miembro y director del grupo de investigación Da Vinci del ITM, autor y coautor de varios libros académicos.



El aprendizaje y las TIC: en busca de la alianza estratégica

Se terminó de diseñar en el Fondo Editorial ITM, en octubre de 2014.

Fuentes tipográficas: *Garamond Regular* para texto corrido, en 12 puntos.
para títulos en *Krungthep Regular*, en 14 puntos y subtítulos *Garamond Bold*, en 13 puntos

