

AMBIENTES DE APRENDIZAJE PARA LA EDUCACION EN TECNOLOGIA

Edgar Andrade Londoño

Profesor Titular- Departamento de Tecnología

Coordinador Maestría en Pedagogía de la Tecnología

Universidad Pedagógica Nacional

1.- EL SENTIDO SOCIAL DE LA EDUCACION EN TECNOLOGIA

Una importante función social de la educación ha sido, desde el surgimiento de la escuela en términos modernos, la de preparar a las jóvenes generaciones para su futura participación productiva en la sociedad en que nacieron. El sistema educativo es un desarrollo relativamente reciente en la historia de la humanidad, como un componente de la sociedad generada por el modo industrial de producción a partir del siglo XVIII. (Andrade, 1994)

La característica central de la industria, que la diferencia de otros modos de producción, es una mayor división del trabajo, la cual, al final, resultó en el surgimiento de una nueva serie de instituciones sociales especializadas. Así, la sociedad se hizo incrementalmente más compleja a medida que los individuos se transformaban en partes de una "función social de producción." (Marx, 1867).

Una de tales instituciones es el sistema educativo, necesario como un vehículo de transferencia de cultura de las viejas a las jóvenes generaciones, tanto por cuanto las instituciones sociales anteriores (tales como los clanes, los gremios, la familia patriarcal, etc.) estaban siendo borrados por el desarrollo de la nueva sociedad industrializada, como por cuanto la cultura misma también se hacía más compleja. Evidentemente, un aspecto importante de la transferencia de cultura es la posibilidad de participar en la vida económica de la sociedad de la cual se hace parte.

Hasta el momento, el énfasis central de la educación secundaria y superior para segmentos importantes de la población ha sido puesto en educar para el empleo. Esto es particularmente cierto para países como Colombia, todavía en la necesidad de articular sistemas fuertes de Investigación y Desarrollo (I&D) ligados a sus sistemas productivos. (Al respecto, ver los artículos sobre las regiones Suramericana y Africana en Layton, 1994).

Bajo las actuales condiciones demográficas y económicas, estos modelos educativos centrados en el empleo han comenzado a mostrar sus debilidades para proporcionar a las jóvenes generaciones un sentido de futuro. Primero, el desempleo se ha convertido en una de las mayores preocupaciones mundiales, poniendo en evidencia las dificultades de los sectores económicos existentes para absorber al menos una porción significativa de jóvenes que llegan al mercado laboral. Segunda, como ha sido ampliamente reconocido, la tecnología contemporánea está cambiando dramáticamente la estructura de la demanda laboral, aumentando los requerimientos educativos y demandando un trabajo más reflexivo y flexible (Peña, M., 1988; Urrea, F., 1988 ; Ramírez, C., 1994). Esto, básicamente por que los desarrollos de la tecnología contemporánea tienden a hacer más abstracto el trabajo de los hombres, al reemplazar la mano de obra por procesos controlados por microprocesadores.

En tercer lugar, ese sentido de no futuro se siente más agudamente en el mundo en desarrollo, en el cual la población es más joven. Por ejemplo, cerca del 60% de la población colombiana

es menor de 30 años y cerca del 25% está en el rango (12-20 años) aproximadamente correspondiente a la población de la educación secundaria.

Esta situación demanda, entre otras cosas, que los modelos educativos centrados en preparar para el empleo sean reemplazados por modelos centrados en el trabajo. Aquí la distinción clave es que el trabajo es una actividad creadora, fuente de artefactos e instrumentos, y también de conocimiento y otros aspectos intelectuales, en fin de cultura. Por otra parte, el empleo es una tarea reiterativa, parcial y con frecuencia alienante.

Indudablemente, en el transcurso de su inserción en la sociedad muchos jóvenes, en particular aquellos provenientes de las clases económicamente menos pudientes, tendrán que aspirar a un empleo. Esto es una situación. Pero restringirlos en su formación a los limitados horizontes del empleo, esa "parte de una función social de producción", es condenarlos al subdesarrollo intelectual. Esta es precisamente la principal debilidad de los actuales esquemas educativos de la educación técnica o vocacional. Bajo la cobertura de una supuesta "vocación" innata en el individuo, se acepta la actual diferenciación de roles impuesta en la sociedad por los intereses que tienen el poder de hacerlo.

Esa diferenciación de roles, implícita en la cultura que se transfiere por medio de la educación, implica, en lo hechos, que los desarrollos más logrados de todos los aspectos de la cultura humana serían superfluos para quienes han tenido la desventura de nacer en ambientes socioeconómicamente deprimidos. La cosmovisión de Einstein, el disfrute de las sutilezas de lenguajes matemáticos, musicales, literarios, pictóricos, etc., en resumen, todos aquellos aspectos en donde se encuentra la frontera del conocimiento y la actividad humanos estarían de más para los jóvenes condenados, por el "calvinismo social" de nuestra época, a ser los operarios, administradores y mantenedores de los instrumentos y procesos técnicos.

Esta recortada dimensión de educar para el empleo no puede contribuir a fortalecer la capacidad de una nación para desarrollar su potencialidad de asimilación y generación de ciencia y tecnología. En particular, el conocimiento tecnológico de nuestros días ha adquirido una sofisticación tal que requiere, como ya se ha dicho, de un individuo mucho más desarrollado intelectualmente.

La visión de educar para el trabajo conlleva, entonces, asumir el reto de superar la estrechez de miras de la actual educación técnica, de ampliar la capacidad de comprensión de conjunto, a la vez que cultivar las capacidades prácticas involucradas en el hacer al tiempo que se conoce la razón de los porqués, que es la esencia de la tecnología en todas sus variadas definiciones. Este reto permite precisar los grandes objetivos de la educación en tecnología, dentro de la perspectiva de educar para el trabajo. Se trataría de formar:

1.- Un ciudadano alfabetizado tecnológicamente, es decir, un "usuario culto" de la tecnología.

Esta alfabetización tiene, por lo menos las siguientes dimensiones:

a) Una característica esencial de la vida contemporánea es la ubicua y permanente compañía de máquinas de diversos grados de sofisticación. Aunque las máquinas más sofisticadas han comenzado a desarrollarse dentro de la idea de ser "transparentes" o "amigables" al usuario, es indispensable la capacidad de "leer" el objeto para poder utilizarlo; además, máquinas específicas requieren de ciertas destrezas técnicas de uso correcto y seguro. Pero también es necesario un ingrediente reflexivo para utilizar esos instrumentos en forma adecuada, eficiente y eficaz.

b) Ligado a lo anterior, es preciso desarrollar un nivel mínimo de capacidad de evaluar las distintas alternativas tecnológicas. No siempre el equipo más complejo y costoso es el mejor en todas las circunstancias. Además, el hecho de que el hombre esté en posición de tener el control remoto o la fuente de potencia en la mano no garantiza siempre que está controlando el dispositivo tecnológico. La capacidad de decisión en ambos casos, está condicionada a ciertos

niveles de alfabetización tecnológica, que se tornan más elevados en la medida en que los artefactos devienen más complejos.

c) Ese nivel de alfabetización también determina la posibilidad de participación democrática en las condiciones contemporáneas. Sin ese nivel, por ejemplo, la participación en una discusión sobre formas alternativas de suplir un servicio público (energía, agua potable, disposición de desechos, etc.) no puede ser más que retórica.

2.- Los innovadores de la tecnología.

Como se mencionó ya, el grado de desarrollo de la tecnología contemporánea implica que la posibilidad de innovación esté relacionada con niveles cada vez más altos de capacidades intelectuales. La formación de innovadores significa que el sector educativo, única institución social que estaría en condiciones de efectuar esa formación, deba enfrentar dos problemas fundamentales.

El primero, estriba en el alto nivel de las capacidades intelectuales involucradas en la innovación, que sólo pueden ser desarrolladas en los niveles superiores del sistema educativo, pero que tienen una condición de continuidad desde los niveles más elementales de la educación. El segundo radica en que la escuela, como sistema, ha estado orientada a la socialización de los jóvenes en el mundo cultural de los adultos, lo que significa un énfasis en el "pensamiento convergente", mientras que la creatividad, la capacidad de innovación y/o de diseño están relacionadas con el "pensamiento divergente".

2.- MARCO CONCEPTUAL PARA LA PEDAGOGIA DE LA TECNOLOGIA

Un modelo centrado en el trabajo está siendo desarrollado por un equipo de profesores del Departamento de Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional, nucleado en torno a la Maestría en Pedagogía de la Tecnología. Este modelo está orientado al desarrollo de competencias claves en el individuo, que lo posibiliten para su participación productiva en la sociedad contemporánea, y está basado en la idea de que la educación debe apuntar a formar en los estudiantes una visión científica del mundo en que viven y de su papel en él. Debe ser relevante y, por tanto, íntimamente ligada a la vida personal y a la producción, tanto para entenderlas como para transformarlas. Debe propiciar el entendimiento y manejo de la lógica abstracta de los lenguajes, articulado y matemático. Debe alentar la creatividad, el desarrollo intelectual y físico. En fin, debe propender por la formación de un individuo capaz de manejar información suficiente y adecuada, así como las fuentes de esa información ; idóneo para plantear problemas y proponer soluciones a ellos y, finalmente, dueño de una autodisciplina que le permita continuar autónomamente su desarrollo personal.

Es importante precisar que el término "competencia", como se utiliza aquí, hace referencia a la capacidad para tomar decisiones adecuadas en un ámbito definido.

El anterior "perfil del egresado" se puede precisar en un conjunto de competencias, definidas como logros de aprendizaje, correspondientes en términos generales a lo que podemos denominar una "capacidad de diseño". Estas competencias son:

2.1.- Capacidad para Identificar, Acceder a y Manejar Fuentes de Información.

Estas fuentes pueden variar desde las bibliotecas convencionales, revistas y periódicos, hasta el correo electrónico, redes telemáticas y búsquedas en bases de datos computarizadas.

El énfasis en las fuentes de información antes que en un determinado cuanto de información, como es usual en los actuales modelos educativos, se justifica por la frecuentemente mencionada "explosión de la información" y el rápido ritmo de desarrollo de muchas disciplinas.

Unesco, por ejemplo, ha estimado que un alto porcentaje del cuanto de información de la mayoría de las disciplinas técnicas tiene un período de obsolescencia de cinco años.

Dos implicaciones principales se derivan de este hecho: Primero, la educación debe enfatizar en ese cuerpo de conocimientos con menor tasa de obsolescencia, constituido por los principios fundamentales de las ciencias y la tecnología.

Segundo, es más importante desarrollar en los estudiantes la capacidad de manejo de fuentes de información, que incluye por supuesto la comprensión de los conceptos fundamentales del área disciplinar específica, antes que hacerlos memorizar una cantidad de datos.

2.2- Capacidad para Formular Problemas

En los campos de la investigación, el diseño y la vida cotidiana, la mayoría de los problemas son "débilmente estructurados", percibidos como necesidades antes que como problemas propiamente dichos. En contraste, los problemas de los libros de textos están claramente enunciados. Esta disparidad puede explicar por qué estudiantes capaces para resolver problemas de texto, generalmente tienen dificultades para transferir esta habilidad a situaciones externas al salón de clase.

La formulación de problemas involucra la compleja tarea de construir modelos mentales de la "realidad", definida como aquél ámbito externo a la conciencia humana. Las actuales prácticas educativas bien ignoran o dan por dada la capacidad para confrontar esta tarea compleja de construcción de modelos, de modelación de la realidad, la naturaleza. La capacidad de describir la realidad en los lenguajes sofisticados de las ciencias y la tecnología (lenguajes que incluyen la matemática) sencillamente no se trabaja adecuadamente durante los años de escolaridad. En términos generales, la capacidad de describir esa realidad con el lenguaje estructurado materno, el español, tampoco se trabaja adecuadamente.

La educación en tecnología debe tomar en cuenta esta distinción entre "realidad" y "modelo mental", o, en los términos desarrollados por Goel & Pirolli (1992) para la actividad de diseño, esto es, la actividad de solución de problemas de orden práctico, entre "Entorno de Tarea" y "Espacio de Problema". El "entorno de tarea" es cualquier situación específica en la cual se percibe una necesidad; "espacio de problema" es el modelo mental de esa situación, primer paso en la estructuración de una propuesta de solución para esa necesidad percibida.

2.3- Capacidad para desarrollar y presentar propuestas de solución

Relacionado con el hecho de que están fuertemente estructurados, los problemas de texto usualmente son del tipo de respuesta verdadero/falso. Al contrario, los problemas de la investigación, el diseño y la vida cotidiana son del orden de respuesta "óptima dadas ciertas condiciones"; las soluciones dependen fuertemente del contexto. Este contraste refuerza en la mente de los estudiantes la idea de que los problemas de texto son buenos únicamente para solucionar problemas escolares, con una tangencial relación con la vida externa al salón de clase.

La naturaleza práctica del conocimiento tecnológico (Layton, 1993) requiere que el estudiante desarrolle una capacidad para intervenir en el mundo en que vive y no únicamente para verbalizar sobre ese mundo. Esto podría lograrse trabajando la capacidad del estudiante para proponer soluciones a problemas, una vez que éstos han sido estructurados (ha sido construido el "espacio de problema") dentro de unas condiciones específicas. Es decir, ubicando a los estudiantes en actividades de diseño, lo cual requiere de habilidades cognitivas y metacognitivas.

Definiciones en este sentido requieren de una concepción de "creatividad". Se ha optado por la definición de Novak de la "conducta creativa", basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, como una especie de "conocimiento supraordenado" (Novak, 1982). Esto significa que la persona creativa posee una estructura cognitiva compleja, que incluye asociaciones

conceptuales de alto nivel en un determinado campo. Esa compleja "malla" conceptual le permitiría a la persona creativa establecer relaciones que otros, menos creativos, no pueden ver por sí mismos.

Esta definición de "creatividad" es consistente con el papel de la experiencia del diseñador, tanto en la división del problema de diseño en partes componentes para intentar un proceso incremental de solución, como con la calidad de esas propuestas de solución, reportado por Goel & Pirolli. También está en concordancia con el famoso consejo de Dalí a sus discípulos: "Primero aprende a pintar como los grandes maestros. Luego, haz lo que te plazca".

Adicionalmente, esta definición implica que es necesario un cierto nivel de familiaridad con los conceptos fundamentales de un campo específico para poder ser creativo en ese campo. Esto conduce a la cuestión de cuáles serían los conceptos fundamentales de la tecnología contemporánea, esto es, cuáles serían los requerimientos cognitivos del innovador de la tecnología. Esto será discutido más adelante.

Por otra parte, es claro que esos requerimientos cognitivos son condición necesaria, mas no suficiente para la "creatividad". Esta capacidad involucra también las habilidades para planear, ejecutar y evaluar, que pertenecen al plano metacognitivo. (Davidson, Deuser & Sternberg; 1994). En otras palabras, el innovador no sólo necesita conocer, sino que también debe desarrollar estrategias "fuertes" de solución de problemas.

Resultados preliminares de investigación parecen señalar que los estudiantes que desarrollan estrategias fuertes de solución de problemas, lo hacen monitoreando y evaluando la efectividad de los caminos que ellos mismos han seguido en la búsqueda de soluciones; esto es, incluyendo una función de autoevaluación en el proceso de solución (Maldonado; Andrade, y Acero; 1995). Este resultado es consistente con reportes acerca de la importancia del aprendizaje autodirigido en el desarrollo de habilidades cognitivas de alto nivel (Newkirk, 1973; Mandinach, 1984).

2.4.- Algunas Destrezas Técnicas

Estas destrezas técnicas incluyen tanto destrezas manuales como habilidades de comunicación oral y escrita. Se ha dicho mucho acerca de la relación entre la mano y el cerebro, tanto que no parece necesario insistir en la importancia de desarrollar habilidades manuales comenzado a edades tempranas. Por otra parte, la naturaleza práctica del conocimiento tecnológico ya mencionada, impone la necesidad de que el estudiante desarrolle la capacidad de manejo de herramientas y máquinas, como es tradicional en la educación técnica. La distinción clave aquí es que el énfasis no debe estar ubicado en el entrenamiento de un operario altamente calificado, como ocurre en la actualidad, sino en la apreciación de cómo los instrumentos de trabajo potencian las capacidades de los hombres para transformar los ambientes en que vive. Los instrumentos son a la Técnica, según lo afirmara Habermas, lo que las palabras al Lenguaje. (Habermas, 1967. En esto coincide Durant. W; 1956)

Finalmente, las habilidades de comunicación oral y escrita son una característica distintiva de la interacción humana, en dos sentidos importantes, que corresponden a las dos funciones principales del lenguaje. El lenguaje permite la expresión de lo que está en las mentes de cada uno de nosotros, haciendo más sutil y compleja la interacción entre los hombres; en esta dimensión, el lenguaje cumple una función comunicativa. Por otra parte, el lenguaje es una herramienta de pensamiento, tiene una función cognitiva y es, por tanto, una evidencia externa de cuan compleja es la estructura cognitiva interna. (Spirkin, 1961)

2.5.- Tendencia hacia la Autoformación, como un signo distintivo de la madurez personal.

Una de las mayores dificultades de las actuales prácticas educativas es el ritmo estandarizado que impone sobre individuos que son naturalmente diferentes. Ello ha resultado en que los

docentes usualmente tienden a ajustarse al paso de los estudiantes más lentos, contribuyendo a la desmotivación de los estudiantes con ritmos de aprendizaje más rápidos.

Las diferencias naturales entre los estudiantes, particularmente en sus ritmos de aprendizaje, deberían ser tenidas en cuenta por un modelo de educación centrado en el trabajo. Tal vez la única manera viable de hacer ésto a costos razonables es trabajando el desarrollo de esquemas progresivamente más autónomos, en los cuales el autoaprendizaje gane importancia y el papel del docente sea el de guía y tutor antes que el de informador único. Probablemente también, éste es uno de los pocos campos prometedores que le quedan a la aplicación de la enseñanza asistida por computador.

Existe, sin embargo, una razón más profunda para esta competencia, más allá de simples consideraciones de factibilidad. Es difícil, por no decir imposible, formar un individuo reflexivo en un ambiente en el cual se le ordene constantemente lo que debe hacer.

El proceso formativo debe permitir el ejercicio individual de la toma de decisiones en un nivel creciente de autonomía y, al mismo tiempo, de las capacidades de interacción necesarias para la socialización. Estos dos objetivos están contrapuestos el uno al otro, y están en el núcleo de lo que podríamos denominar la "contradicción principal" de la educación. La existencia de esta contradicción esencial implica, entre otras cosas, que los problemas educativos deben ser tratados como problemas débilmente estructurados, con soluciones óptimas dadas ciertas condiciones, y no como problemas con soluciones verdaderas/falsas, como lo propusieron los modelos conductistas que han imperado en la educación colombiana durante varias décadas.

3.- AMBIENTES DE APRENDIZAJE PARA LA EDUCACION EN TECNOLOGIA

La experiencia parece indicar que el entorno para desarrollar las competencias establecidas anteriormente definitivamente no es el actual salón de clase. Pensamos que el reto de desarrollar la educación en tecnología implica la transformación del aula de clase en un ambiente de aprendizaje.

3.1.- Los Componentes y las Condiciones de un Ambiente de Aprendizaje

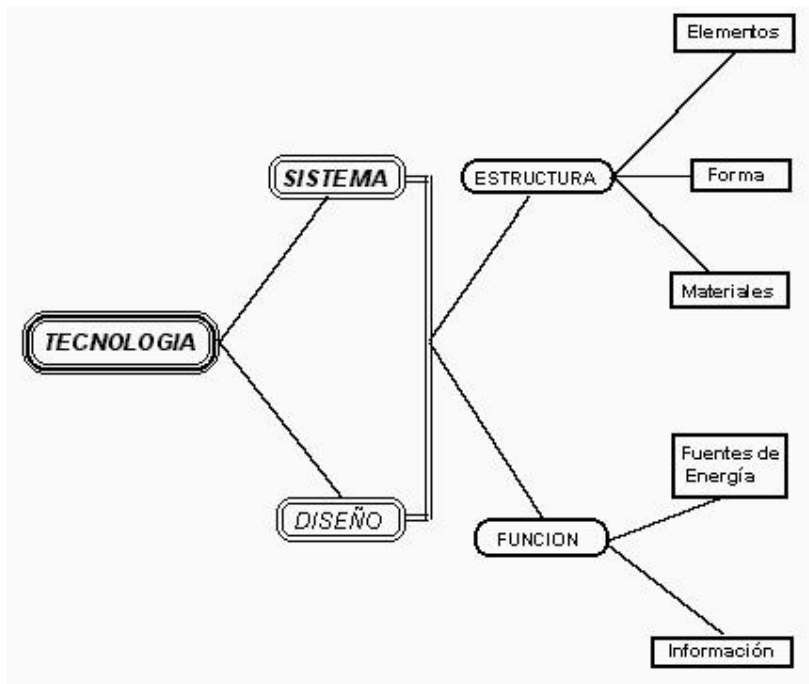
Con base en la teoría del Aprendizaje Significativo, puede caracterizarse un ambiente de aprendizaje por sus componentes y sus condiciones. El ambiente de aprendizaje puede ser definido como un entorno delimitado en el cual ocurren ciertas relaciones de trabajo escolar. Esto también es cierto del aula de clase, pero la distinción clave estriba en la naturaleza de las relaciones de trabajo. Desde el punto de vista de la información y el conocimiento, un aula es similar a un sistema cerrado; la información entra al entorno con el ingreso del docente, y, como ha sido documentado ampliamente, los conocimientos sirven únicamente para solucionar problemas escolares. En contraste, el ambiente de aprendizaje debe permitir que la vida, la naturaleza y el trabajo ingresen al entorno, como materias de estudio, reflexión e intervención.

Esto nos conduce a plantear tres condiciones para el ambiente de aprendizaje, que son delimitado, estructurado y flexible. **Delimitado** significa la definición de los contenidos del aprendizaje así como de la complejidad, los indicadores y niveles de aceptabilidad de desarrollo de las competencias descritas antes. **Estructurado** en el sentido de que los contenidos deben ser organizados en mapas conceptuales (planeación conceptual) que guíen la planeación de las actividades en procesos cíclicos que varíen de un nivel de abstracción a otro. **Flexible** significa el desarrollo de nuevos criterios para la administración del currículo; éstos deben incluir como central la adquisición por el estudiante de las competencias definidas, al menos en los niveles de aceptabilidad, y proveer posibilidades para que el estudiante pueda controlar, progresivamente, el ritmo de aprendizaje.

3.2- Los Conceptos Fundamentales de la Tecnología Contemporánea

Uno de los problemas serios en la delimitación de la educación en tecnología, particularmente en los niveles de educación básica, es la definición precisa de los conceptos fundamentales (inclusivos) y relacionados que serán materia de aprendizaje. Esta dificultad no existe en la educación en ciencias y otras áreas curriculares. De hecho, los principios de cada ciencia están bien establecidos antes de que entren a formar parte del plan de estudios. Por el contrario, la tecnología es un asunto ubicuo, un área transversal, como lo propone la Unesco, y en este caso no es fácil establecer contornos.

Un enfoque útil para resolver esta dificultad surge de considerar el ámbito de la tecnología como el de los sistemas diseñados (y por supuesto construidos) por el hombre. Este enfoque permite establecer los conceptos claves de Sistema, Diseño, Estructura, Función y otros relacionados con la tecnología contemporánea, como se presenta en el siguiente mapa conceptual



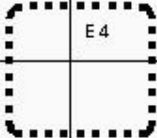





MAPA CONCEPTUAL DE LA TECNOLOGIA, ENTENDIDA COMO EL CAMPO QUE ESTUDIA LOS SISTEMAS DISEÑADOS POR EL HOMBRE

3.3.- La Planeación de la Educación en Tecnología

Los conceptos definidos en los anteriores mapas conceptuales, pueden cruzarse con "entornos de tarea" para conformar una matriz de planeación de la educación en tecnología. La consideración de las necesidades básicas de la humanidad permiten establecer los siguientes entornos de tarea "primarios": Habitat, Alimentos, Vestido, Transporte y Comunicación.

PLANEACION DE ACTIVIDADES: La Idea de ESCENARIO

CONCEPTO		ENTORNO DE TAREA				
		Habitat	Alimentos	Vestido	Transporte	Comunicación
E S T R U C T U R A	Forma					
	Materiales	E 2				E 4
	Elemento					
F U N C I O N	Fuentes de Energia					
	Información					E 3

TIPOS DE "ESCENARIOS"

E1: Exploración Puntual

E3: Exploración de Conceptos

E2: Exploración de Entornos

E4: Projectual

La idea es que los estudiantes exploren una serie de "escenarios" (la intersección de conceptos y entornos de tarea, en la matriz). Estos escenarios son un conjunto de actividades diseñados de tal manera que garanticen que los estudiantes navegarán por el mapa conceptual pasando de un nivel de abstracción a otro, en una manera cíclica. Cada ciclo estaría definido por:

a) Las competencias a ser desarrolladas.

Un escenario puede servir para varias competencias, y viceversa, una competencia puede ser trabajada en varios escenarios. Lo importante es que el docente (o docentes) defina(n) cuidadosa y explícitamente la competencia, sus indicadores y el nivel de aceptabilidad.

b) Los Conceptos materia de aprendizaje.

Aquí también es necesaria una cuidadosa y explícita definición por los docentes, teniendo en cuenta las características particulares de la respectiva población estudiantil: su exposición previa a conceptos, su familiaridad con ciertos aspectos de la tecnología, sus destrezas, etc. La preocupación principal en este respecto es la capacidad de los estudiantes para pensar en términos abstractos, que constituye la piedra angular para desarrollar una adecuada planeación.

c) El Nivel de Complejidad.

El mismo escenario puede ser utilizado repetidas veces en diversos niveles de complejidad, dependiendo de los objetivos del aprendizaje y las habilidades de los estudiantes. Los objetivos

de aprendizaje pueden ser ordenados en cuatro etapas, temporalmente sucesivas: Inducción, Metodológica, Experimental y Síntesis. Cada una de estas etapas está orientada con énfasis particular, mas no exclusivo, en cada una de las diversas competencias definidas arriba, así:

Inducción => Manejo de Fuentes de Información

Metodológica => Construcción de Espacios de Problema (Formulación de Problemas)

Experimental => Argumentación para la toma de decisiones (Proponer soluciones)

Síntesis => Explicación a otros de los resultados del trabajo propio (Destrezas comunicativas, otras destrezas).

d) El Foco de Interés.

Situaciones complejas, como lo son generalmente las de la vida cotidiana, pueden ser utilizadas como escenarios si se define un foco de interés. En este esquema, el foco de interés puede ser técnico (p.ej. los elementos estructurales de la vivienda del estudiante) o histórico (p. ej. ¿cómo eran las viviendas en el barrio, en la ciudad hace 20, 50 o 100 años?). Además de proveer una conexión entre la educación en tecnología y otras áreas tales como las ciencias sociales, visitar escenarios en diferentes períodos de tiempo brinda a los estudiantes un sentido de perspectiva: las cosas no han sido siempre como lo son ahora y, por tanto, no permanecerán iguales en el futuro; la diferencia, dentro de ciertas circunstancias (¿cuáles?), estriba en la intervención de los hombres.

El esquema de escenarios presenta varias ventajas que lo hacen útil para la implementación de la educación en tecnología. En primer lugar, aparecen alternativas al proyecto como metodología única de la educación en tecnología, como muy fácilmente llega a concluirse. Estudios recientes han señalado algunas dificultades importantes del proyecto como dispositivo metodológico multi-propósito. Entre ellas, la más importante es que los estudiantes tienden a percibir el proyecto como una colección parcial de tareas, cuyas conexiones no les son siempre claras, perdiéndose así la planeación del docente, cuando la ha habido. (McCormick et al; 1994). Este es otro ejemplo de la dificultad que reiteradamente muestran los estudiantes al intentar transferir conceptos/ información/ conocimientos de un contexto a otro, en nuestra opinión una muestra decisiva de que no ha ocurrido aprendizaje significativo.

Como lo evidencia la matriz de planeación propuesta arriba, un proyecto es una tarea compleja, que involucra diversos conceptos, incluso teorías enteras, y varios entornos de tarea. No es coincidencia, entonces, que otra de las grandes dificultades del proyecto es que no siempre está disponible el conocimiento requerido (conceptual o técnico), y que aún en proyectos aparentemente simples pueden encontrarse agazapadas dificultades teóricas grandes. Así por ejemplo, la física involucrada en la explicación de por qué gira el inocente trompo es todo menos sencilla.

En segundo término, la planeación conceptual detrás del esquema de escenarios provee una cierta garantía contra otro problema común en la implementación de la educación en tecnología, que es el riesgo de caer en un activismo sin propósitos claros, pasando de un proyecto a otro, que, en el mejor de los casos, apenas si puede servir para el desarrollo de algunas destrezas técnicas en los estudiantes.

En tercer lugar, los escenarios, como se anotó ya, ofrecen posibilidades de exploración de conceptos y ambientes desde diferentes puntos de vista (focos de interés) y no sólo desde el punto de vista técnico. Sistema, estructura, función, etc., son todos conceptos que tienen connotaciones diversas dependiendo del ámbito en que se consideren. En las ciencias sociales o en las ciencias de la naturaleza, cada uno de ellos tiene un significado similar pero diferente, lo cual proporciona oportunidades ricas para trabajar con los estudiantes en el establecimiento de relaciones conceptuales, la clave del aprendizaje significativo, del conocimiento

supraordenado y una de las condiciones necesarias para la creatividad, según lo expuesto antes.

4.- LAS COMPETENCIAS DEL DOCENTE DE TECNOLOGIA

Las consideraciones anteriores conducen ineludiblemente a la conclusión, nada original, de que la educación en tecnología es una labor con altas exigencias. El extenso ámbito del trabajo, a diferencia del ámbito limitado del empleo, demanda del docente de tecnología características que difieren ampliamente de aquellas del docente de educación técnica.

La educación vocacional y la técnica han sido, por décadas, el campo indisputado de predominio del conductismo. Desde este campo, planificadores conductistas intentaron invadir todas las áreas del plan de estudios con "currículos a prueba de maestros" en una labor que duró varias decenas de años. Tal vez el único logro firmemente establecido de este esfuerzo es que fracasaron una vez que abandonaron el ámbito de la formación de operarios. Incluso hoy, las modificaciones introducidas en la estructura laboral por la tecnología contemporánea, ponen ese magro resultado en serias dificultades, según lo expuesto antes.

Es claro que la calidad del docente, aunque no es el único ingrediente de la calidad de la educación, si establece su límite máximo. Un buen docente no puede ser suplantado por la tecnología educativa más sofisticada. Un excelente docente, con una dotación mediocre, libre de las ataduras del "síndrome del auditor", es capaz de generar educación de excelente nivel. Lo opuesto es también cierto.

La educación en tecnología, centrada en el desarrollo de competencias, requiere que el docente mismo posea esas competencias en unos determinados niveles de aceptabilidad. Esto quiere decir, que entienda la pedagogía como una práctica científica, similar a las ingenierías o a la medicina, es decir, como una disciplina enfrentada a resolver problemas débilmente estructurados y sin respuesta única, que requiere de conocimientos proporcionados por diversas disciplinas, y de técnicas de análisis y de búsqueda de soluciones que le permitan proponer y ensayar soluciones para encontrar la óptima en una situación determinada, en un contexto específico.

Lo anterior conlleva que además del bagaje de conceptos y competencias ya discutidos, el docente de tecnología debe poseer unos conocimientos adecuados sobre:

- a) Los procesos sociales del conocimiento, proporcionados por la historia de la sociedad y de su profesión, y las leyes generales del pensamiento, o sea, la lógica;*
- b) Los procesos individuales del conocimiento, proporcionados por la psicología cognitiva y la neurofisiología, es decir, por los estudios acerca de la estructura, función y desarrollo del cerebro y la inteligencia humanos; y,*
- c) Los procesos y procedimientos administrativos y legales que tienen que ver con su desempeño profesional.*

Aún así, es probable que ello no sea suficiente para tratar con todas las situaciones que puedan surgir en el desarrollo de los ambientes de aprendizaje. La educación en tecnología debe ser una labor de equipo, antes que un trabajo individual, en correspondencia con la naturaleza interdisciplinaria de la tecnología contemporánea.

Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo, proveer las condiciones para el trabajo en equipo entre los docente, puede ser una de esas medidas simples de profundas consecuencias en el mejoramiento de la calidad de la educación en general, más allá de las fronteras de la educación en tecnología, pero gracias a ella.

REFERENCIAS

ANDRADE LONDOÑO, E.;1994. *El Papel de la Educación en Tecnología en el Desarrollo Nacional de los Países del Tercer Mundo*. CIUP, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá

DAVIDSON, D; DEUSER, R & STERNBERG, R. 1994. *The Role of Metacognition in Problem Solving*. En: Metcalfe, J & Shimamura, A. (Eds). **Metacognition**. Cambridge, MA, MIT Press, 207-226.

DURANT, WILL. 1956. *Nuestra Herencia Oriental*. Editorial Suramericana, Buenos Aires."La humanidad comenzó; cuando algún engendro o chiflado, medio animal medio hombre, agazapado en una cueva o un árbol, se devanó los sesos para inventar el primer nombre común, el primer signo sonoro que significara un grupo de objetos parecidos: casa que indicara todas las casas, hombre que denotara todos los hombres, luz que designara todas las luces que brillasen en tierra o mar. Desde aquel momento el desarrollo mental de la raza embocó en una nueva e interminable ruta. **Pues las palabras son para el pensamiento lo que los instrumentos son para el trabajo**; el producto depende en gran parte del perfeccionamiento de los instrumentos." (énfasis agregado) p. 116

GOEL, V & PIROLLI; P. 1992. *Structure of Design Problem Spaces*. *Cognitive Science* 6(3), 395-429.

HABERMAS, J. 1967. *Trabajo e Interacción*. *Notas sobre la Filosofía Hegeliana del Período de Jena*. En: **Ciencia y Técnica como "Ideología"**. Tecnos, Madrid, 1992. 11-51.

LAYTON, D. 1993. *Technology's Challenge to Science Education*. Open University Press, Buckingham,