



**Ciencia / Tecnología/ Sociedad/ Ambiente: algunos elementos a tener en cuenta en un proceso de renovacion de la enseñanza de las ciencias**

**Science/Technology/ Ambient/ Society: some elements to consider in a process of renovation of the education of sciences**

Daza Rosales Silvio Fernando<sup>1</sup>, Arrieta Vergara José Rafael<sup>2</sup>, Ríos Carrascal Oswaldo<sup>3</sup>, Crespo Rojas Carlos Arturo<sup>4</sup>

**Resumen**

El artículo muestran ciertas pautas que pueden ser tenidas en cuenta a la hora de incorporar dentro de un currículo de ciencias la relación Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (C/T/S/A), la cual busca mediante la estrategia de resolución de problemas que los estudiantes desde el aula se enfrenten a situaciones problemáticas que les permitan adquirir habilidades y competencias propias del trabajo científico y por otra parte que el docente estructure su propuesta de enseñanza entorno a la resolución de problemas guiado por un modelo de enseñanza acorde a la relación CTSA como lo es el de Investigación Dirigida.

**Palabras claves:** Ciencia, Tecnología, Sociedad, Ambiente, selección de contenido, currículo, resolución de problemas.

**Abstract**

The article shows certain guidelines that can be considered at the time of incorporating within curriculum of sciences the relation Science, Technology, Society and Ambient (CTSA), which looks for by means of the strategy of resolution of problems that the students from the classroom face problematic situations that allow them to acquire abilities and own competitions of the scientific work and on the other hand that the educational one structures its proposal of education surroundings to the resolution of problems guided by a model of agreed education relation C/T/S/A as the one of Directed Investigation is it.

**Keywords:** Science, Technology, Society, Atmosphere, selection of content, curriculum, resolution of problems.

<sup>1</sup> Escuela de Ciencias. Instituto Universitario de la Paz-Colombia, biosidaza@hotmail.com

<sup>2</sup> Escuela de Agronomía. Instituto Universitario de la Paz-Colombia, llanadero@hotmail.com

<sup>3</sup> Escuela de Agronomía. Instituto Universitario de la Paz-Colombia, oswy62@hotmail.com

<sup>4</sup> Profesor de la Universidad Industrial de Santander seccional Barrancabermeja- Colombia, carloscresporojas@gmail.com



## Introducción:

El Grupo de Investigación, Renovación para la Enseñanza de las Ciencias (GRECI), y el Grupo de Investigación (INYUBA), del Instituto Universitario de la Paz, (UNIPAZ) acordó centrar las discusiones alrededor de la elaboración de propuestas para la educación básica y media y superior, en lo que se refiere al tema ciencia, tecnología y su relación con la educación, orientada hacia una alfabetización científica y tecnológica básicas para todos; una alfabetización cruzada por las relaciones C/T/S/A.

La finalidad principal de la educación C/T/S/A es promover la alfabetización en ciencia y tecnología, para que los ciudadanos puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones, y así promover la acción ciudadana en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad y el ambiente.

El movimiento C/T/S/A ha sido reconocido como una orientación importante para la reforma de la educación científica en diversos países del mundo, e incluso organismos internacionales como la UNESCO han considerado prioritario orientar la enseñanza de las ciencias y las tecnologías, hacia el enfoque C/T/S/A, como respuesta a la crisis en relación que mantiene, la sociedad, con la ciencia y la tecnología, con el ambiente.

El papel que han representado y representan la ciencia y la tecnología en la sociedad parece bastante indiscutible, recordemos la revolución industrial, género una nueva estructura social, con la aparición de una nueva clase: el proletariado. En la época y en la parte del mundo en que vivimos los avances científicos y tecnológicos parecen rodearnos por todas partes, desde nuevos fármacos y trasplante de órganos hasta los computadores y los teléfonos móviles, provocando grandes cambios sociales.

Nuestras voces, de nuestra sociedad actual, consideran que la ciencia y la tecnología juegan un papel fundamental en su vida, ya que gracias a ellas han conseguido un mejor nivel de vida y de progreso. Por otro lado, aparecen totalmente convencidos de que las decisiones respecto a la ciencia les vienen impuestas, por que es un tema de gran complejidad, donde opinar exige conocimientos que no es asequible para todos. Es decir, se da una sobrevaloración de la ciencia desde los siguientes aspectos: las bondades que aporta para el progreso, aunque haya que pagar un precio elevado, la dificultad de los conocimientos, que solo pueden ser asimilados por un pequeño número de persona y, además, una confianza ilimitada en la misma, que esperan tendrá soluciones para todo.

Estas ideas bastantes extendidas y en muchas ocasiones implícita, hace que se considere a la ciencia en un nivel diferente de otros saberes; de tal manera que no es difícil oír que la ciencia no hace parte de la cultura, idea que comparten bastantes profesores y la gran mayoría de intelectuales, políticos y periodistas. Quizás la razón de esta actitud se encuentre en que no necesitan los conocimientos científicos para desenvolverse en su vida social y no



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

consideran importante participar en los aspectos sociales, delegando en poderes políticos y económicos la toma de decisiones.

La ciencia que se ha venido enseñando tradicionalmente, aporta muy poco al patrimonio cultural de las personas y no debe por tanto, extrañarnos que así lo perciba la sociedad, pero esto, esta relacionado con la imagen de ciencia<sup>5</sup> y tecnología que nos transmiten los profesores y los propios científicos. Una imagen elitista, en que la comunidad científica es la portadora de un gran saber, muy especializado, al que solo pueden acceder unos pocos privilegiados dotados por la naturaleza de capacidades innatas necesarias para llegar a él. En definitiva, la imagen de ciencia que llega a los estudiantes y a la sociedad es la de una ciencia altamente tecnificada, especializada y elitista, solo apta para unos cuantos privilegiados portadores del saber. Una ciencia alejada de la sociedad y los problemas sociales.

La finalidad de la enseñanza de las ciencias debe estar encaminada a educar científicamente a la población para que sean consciente de los problemas del mundo y de sus posibilidades de actuación sobre los mismos, de su capacidad de modificar situaciones, incluso ampliamente aceptadas. En definitiva tener opinión y actuar sobre los problemas. los ciudadanos del mañana además de ver pasar la ciencias por sus vidas, han de ser capaces de mirar los acontecimientos científicos y tecnológicos como algo que les afecta, y como un conjunto de descubrimiento que pueden reconducirse para bien de la humanidad.

### **HACIA UNA CULTURA CIENTIFICA PARA TODOS A PARTIR DE LA RELACION C/T/S/A.**

Dos propósitos básico hay que tener en cuenta: aproximar la ciencia a los problemas reales humanos, sociales y éticos y aportar un cambio en la visión de la ciencia desmitificando estereotipos y aportando una visión actualizada acerca de la naturaleza de la ciencia (Salomón, 1994). Algunos elementos que se podrían tener en cuenta para ayudar a la pretendida cultura científica:

- Planificar la enseñanza de modo que aporte elementos de historia de las ciencias con el fin de ilustrar acerca del carácter tentativo y humanista de las teorías.
- Hacer posible la discusión de temas que tengan que ver con la democracia, o los riesgos personales y que sean en si convertidos.

---

<sup>5</sup> La ciencia como un conjunto de verdades acabadas absolutamente inapelables ideas totalmente asépticas, es decir, libres de cualquier influencia o contaminación política, económica, social, religiosa o personal. Con grandes genios que trabajan en forma aislada e individual y siguiendo estricta y mecánicamente los pasos del método científico.



- Destacar en primer termino el contexto humano en la enseñanza de las ciencias;
- Poner de manifiesto las consideraciones sociales y ética junto a las explicaciones racionales de la ciencias;
- Procurar que los alumnos se familiaricen con la ciencia y los conceptos científicos, más que poner el énfasis en la definición correcta de los mismos.

La dimensión C/T/S/A intenta orientar los currículos para la acción, para cuestión de valores y para la responsabilidad social, recurre a medios innovadores en la utilización de materiales y de conocimientos científicos y a situaciones que permitan debates éticos y cultural, un currículo no puede ni éticamente ni culturalmente neutral.

Por consiguiente la alfabetización científica y tecnológica se basa en la convicción, que el estudiante como ciudadano tiene derecho a prepararse para la posibilidad de participar, de algún modo, en las aventuras intelectuales de la ciencia y la tecnológica que marcan el curso de la vida.

Para Bybee *et al.*, (1989) Se necesita un currículo que sobrepase la meta del aprendizaje de conceptos y de teorías relacionadas con los contenidos académicos; un currículo con el propósito de enseñar a cada ciudadano lo esencial para llegar a serlo de hecho, aprovechando las contribuciones de una educación científica y tecnológicas. Debe intentar establecer interconexiones entre ciencia naturales, y los campos social, tecnológico, comportamental, cognitivo, ético y comunicativo.

En suma, una reflexión sobre la relaciones C/T/S/A estimula a que se desarrolle un esfuerzo para que la imagen escolar de ciencia corresponda, cada vez menos, a una disciplina neutral y sistemáticamente objetiva transmitida de generación en generación, porque esta imagen ignora aspectos funcionales y pragmáticos del saber científico y esta desligada de cuestiones sociales, filosóficas, políticas, económica y éticas.

El reto a que se enfrentan los educadores y enseñante es ofrecer estrategias para un entendimiento global de la realidad, no intentando integrar los conocimiento dispares o reducirlos a un mínimo, sino intentando proporcionar procesos de integración que permitan que las personas accedan al mundo y participen en él (Carretero,2000).

En el marco de la formación escolar de nuestro país, la estructuración de la enseñanza se dirime conforme a las disciplinas académicas, lo que inevitablemente conduce a la fragmentación del conocimiento dentro de los límites de las asignaturas. De este modo, una estructura curricular fragmentada deja en manos de los estudiantes la tarea de integrar el conocimiento basado en materias inconexas y aisladas.



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

Por consiguiente urge la necesidad de formar un publico informado que pueda contribuir de forma inteligente y responsable al proceso de toma de decisiones sobre los problemas relacionados con las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la sociedad, lo que se podrá conseguir en la medida en que los estudiantes sean consciente de las consecuencias a largo plazo que tiene el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esto es importante para la enseñanza de las ciencias ya que supone que se debería educar a la sociedad en la ciencia, no sólo para que la comprenda, sino también para que tome parte activa en el estudio de soluciones adecuadas para los problemas sociales que no estén únicamente relacionados con la problemática científica.

El currículo ya no puede limitarse a estar relacionado con la importancia de un tema dentro de las ciencia, sino que debe orientarse hacia la capacidad de un determinado contenido para permitir a los estudiantes enfrentarse a un problema relevante, estableciendo de este modo una relación de contenidos de la ciencia y de la tecnología, prestando atención a las cuestiones medio ambientales y analizando las repercusiones en términos del desarrollo sostenible. Según Sáez M. y Riquarts K. (2001), como la formación para satisfacer las necesidades humanas requiere urgentemente, un cambio en las tradiciones educativas enmarcadas en:

- ✓ Las expectativas de los centros de enseñanza básica y superior.
- ✓ La forma en que se integran las aéreas de contenidos.
- ✓ El conocimiento como generador de procedimientos.

Para logra dicho conocimiento y mejorar la comprensión, es necesario derribar las fronteras disciplinarias tradicionales y desarrollar un nuevo tipo de integración que incorpore las realidades económicas, sociales, políticas, ecológicas y tecnológicas como exigencia de vida. El tipo de integración necesaria puede definirse como un tipo de conocimiento interdisciplinar que proporcione una base para la comprensión y solución de problemas complejo del mundo.

Los centros escolares (léase también Universidades), deben ayudar a los estudiantes a establecer relaciones y modelos par superar la idea de que es imposible entender el mundo que nos rodea debido al flujo cada vez mayor de información, porque ello puede conducir a un debilitamiento de la democracia. Debido a esto, este tipo de integración no se limita al contenido o tema en torno al cual la integración debería o podría desarrollarse, sino que abarca y se centra en el proceso de enseñanza/aprendizaje,(E/A) en su conjunto, lo que implica tomar al estudiante como el objetivo de la integración del conocimiento.

### **¿QUE TIPO DE COMPETENCIA DESARROLLAR EN LA NUEVA PROPUESTA E/A DE LAS CIENCIAS A PARTIR RELACION C/T/S/A?**

El enfoque didáctico C/T/S/A, trabaja la importancia de situar a las ciencias y a las tecnologías en su perspectiva social, es decir, en el entramado de las relaciones sociales, culturales, económicas y políticas que configuran nuestra





*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

sociedad, lo que permitiría, superar el divorcio entre formación científica y ciudadanía. (Aguilar, 1999).

Para hacerlo, supone desarrollar en el estudiantado, una serie de habilidades y competencias que impone su condición de ser ciudadanos, que en muchas ocasiones, va a suponer toma de conciencia, análisis y actuaciones democráticas teniendo en cuenta el nivel adecuado a sus edades y conocimiento.

El ejercicio de la ciudadanía requiere estar implicados por asuntos colectivos, constatar y comprender que los problemas globales nos pertenecen. En este sentido ser ciudadano, supone sentirse capaces de tomar decisiones y actuar efectivamente.

Esto hace necesario retomar el concepto competencia democrática par asignar aquellas competencias que se pueden enseñar y aprender, y hace posible que las personas nos apropiemos de los saberes y los valores para construir opiniones, hacer elecciones, tomar decisiones y actuar eficazmente.

Según Quintanilla, M. (2006), La noción de competencia científica nos remite a alguien que es capaz, que sabe, que tiene capacidad reconocida para afrontar una situación, que posee un cierto grado de dominio, de habilidades y recursos. Es alguien que ha desarrollado las acciones de captar, pensar, explorar, atender, percibir, formular, manipular e introducir cambios que permiten realizar una interacción competente en un medio dado o específico

Para Audiger (1999), una competencia es una capacidad de respuesta eficaz de cara a un conjunto de situaciones no rutinarias o no estereotipadas. Por su propia naturaleza, se trata de conocimientos aplicables a distintas situaciones que pueden proceder de una materia determinada, pero con capacidad de incidir en ámbitos más amplios. Desde el área de ciencias se pueden trabajar algunas como:

- ✓ Competencias informativas, argumentativas y comunicativas importantes para el dialogo, la construcción de opiniones, la toma de decisiones y para una acción eficaz.
- ✓ Competencia de resolución de problemas, situaciones para las que no se conoce un procedimiento estandarizado de resolución.
- ✓ Competencia crítica, básica para la ciudadanía activa y que supone una conciencia crítica, entendida, como la posibilidad que tiene el sujeto de preguntarse, cuestionarse por las concepciones valorativas que recibe, la posibilidad de someterlas a análisis y discernimiento en vista a su aceptación o su rechazo total o parcial. Este análisis hace esfuerzo por establecer el porque, el como y el para que de las explicaciones y valoraciones dominantes en el mundo cultural del sujeto en cuestión.

Este conjunto de competencias, crea una actitud ante la vida que impulsa al sujeto a preguntarse, ir al fondo de las cosas, a construir nuevas explicaciones, esto es a desarrollar una actitud problematizadora. Esta actitud se educa



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

formando sujetos con capacidad para comprender los procesos, la lógica de funcionamiento de la naturaleza y de la sociedad, como para analizarlos unos valores e intereses.

Por consiguiente el objetivo no solo es comprender mejor la sociedad sino transformarla, formando sujetos autónomos que confíen en sus capacidades y en la de los demás par proponer alternativas y actuar para cambiar y mejorar el funcionamiento de la sociedad esto es una dimensión propositiva.

Para comprender y transformar la sociedad juega como una herramienta fundamenta la alfabetización científica; a través del lenguaje científico, con sus propios códigos construidos y cargados de significados, de aquí que su aprendizaje suponga no solo conocerlos sino interpretarlos y utilizarlos desde la doble perspectiva de autonomía y socialización.

Sobre la alfabetización científica se pueden distinguir cuatro niveles de discusión que son:

1. Conocer. Acceder a un lenguaje y poder usarlo, tenerlo como clave de lectura.
2. Descodificar. Saber de los procesos involucrados, los métodos, los modos de hacer.
3. Actuar. Conocimientos críticos que accede a las consecuencias y se pregunta por los fines: dimensiones sociales, económicas, tecnológicas, humanas y éticas.
4. Desmitificar. Entrar en las cuestiones epistemológicas que tiene que ver con la naturaleza de la ciencia: objetividad, neutralidad, corrección...o sus contrarios. Todo esto sobre al base del pensamiento critico acumulado en estos temas (Marcos, 2000).

Se propone entonces dotar a los alumnos de elementos para la comprensión intencionada del contexto científico-tecnológico en el que nos encontramos, ya que partimos de que no es suficiente conocer, sino que necesitamos comprender de una manera adecuada para poder actuar. Se trata de plantear el proceso E/A de las ciencias de tal manera que la ciencia escolar cumpla su papel de instrumento al servicio de una nueva ciudadanía más crítica con nuestro sistema y mas solidaria con la comunidad y como diría Gil, D. *et al* (2006) con la emergencia planetaria.

### **¿QUE OBJETIVOS SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LOS PROCESOS E/A DE LA CIENCIAS NATURALES:**

Estos objetivos deben estar presentes en la secuenciación de los procesos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias con la pretensión de construcción ciudadanía:

- Adecuada visión de las ciencias acorde con una epistemología contemporánea de las ciencias y de su construcción social; desde una concepción socioconstructivista convine, romper con las visiones reduccionista y deformadas de la ciencia y sus concepción empirista.



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

- Conocimientos de sus códigos y validaciones.
- Toma de conciencia de que la observación es siempre selectiva, la comprensión intencionada y la interpretación construida.
- Capacidad de elaborar representaciones (modelos) adecuados sobre la realidad tentativa.
- Comprensión de la interacción ciencia/tecnología/sociedad/ambiente.

### **¿CUALES SON LAS CORRELACIONES ENTRE CTSA Y LA E/A DE LA CIENCIAS NATURALES?**

Según Ziman (1980), considera al menos cinco orientaciones:

1. Aproximación cultural, trae como consecuencia un cambio de énfasis de la educación científica desde preparar a los mas capaces para la universidades hasta una formación científica dirigida a todos los ciudadanos, denominado alfabetización científica.
2. Educación científica para la acción; esto significa que la nueva enseñanza debería centrarse en la formación de ciudadanos preparados para preparados para una adecuada acción política, de tal manera la propia acción seria un objetivo fundamentales de la renovación en la educación.
3. Orientación de educación interdisciplinar, frente al enfoque disciplinar que presenta habitualmente la educación científica, la orientación CTSA se extiende hacia los estudios sociales, la geografía o la historia.
4. Enfoque hacia una enseñanza/aprendizaje en resolución de problemas; esta orientación es atractiva porque habitualmente se ocupan de los problemas locales que afectan a la comunidad.
5. Orientación vocacional o tecnocrática se centra en la visión de la ciencia y la tecnología como un producto de la industria, esto pretende dar a conocer a los estudiantes su futuro puesto de trabajo. No obstante el papel jugado por la industria en muchos temas C/T/S/A, cuestiona y pone entredicho su presencia como subvencionadores de muchos de los cursos C/T/S/A.

### **¿CUALES SON LAS METAS DE LA C/T/S/A EN LA E/A DE LA CIENCIAS NATURALES?**

Para Ruba & Wiesenmayer (1998), el fin último de la integración de C/T/S/A en la enseñanza de las ciencias es lograr ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados, capaces de tomar decisiones informadas y acciones responsables.

Según, Aikenhead (1987) es el de alcanzar el pensamiento critico e independencia intelectual. Lipman, (1991,), ofrece una lista de estrategias que pueden ser identificadas bajo el titulo de “pensar”.

*Hacer preguntas, escuchar a otros, trazar distinciones y conexiones, entender la relaciones parte/todo, causa/efecto, medios/fines, usar*





*analogía, entender y evaluar argumentos, identificar, cuestionar y justificar supuestos, construir explicaciones, clasificar y categorizar, formular y usar criterios, corregir el propio pensamiento, buscar evidencias y probabilidades, definir y analizar conceptos, hablar confiada y fluidamente, anticipar, predecir y explorar consecuencias, reconocer contradicciones, detectar falacias, generar y comprobar hipótesis, explorar alternativas y posibilidades, mostrar sensibilidad al contexto, comprometerse con el valor de la verdad y de la indagación, desarrollar disposiciones de coraje intelectual, humildad, tolerancia, integridad e imparcialidad, respetar a las personas y sus puntos de vista, y ser cuidadoso con los procedimientos de la indagación.*

La frase “pensar por si mismo “sugiere un pensar que es autónomo e independiente (en oposición al controlado y dependiente). Una persona que piensa por si misma es libre, en un sentido importante, es capaz de reflexionar su propia experiencia y sobre su situación en el mundo, esta preparada para volver a evaluar sus valores y compromisos mas hondos, y en consecuencia, su propia identidad.

Pensar por si mismo implica una búsqueda de criterios cada vez más confiable, de modo que los propios juicios puedan apoyarse sobre una fundación firme y solida. Pensar por si mismo implica también examinar el propio pensamiento: de allí la necesidad de que los buenos pensadores lleguen a hacerse adeptos a formular y usar criterios para producir juicios. Estos criterios, nacidos de la reflexión sobre la experiencia, sirven para dar forma y guía a la manera como pensamos el mundo.

### **¿COMO ABORDAR DESDE LA FORMACION DE PROFESORES INICIAL Y CONTINUA LA ENSEÑAZA C/T/S/A?**

Para emprender un replanteamiento global de la enseñanza de la C/T//SA, se precisa cuestionar las concepciones docentes cuya importancia en la actividad del profesorado pueden ser tan relevante o más que las preconcepciones de los alumnos en el aprendizaje de la ciencia. En efecto, comienza hoy comprenderse que los profesores tenemos ideas actitudes y comportamiento sobre la enseñanza y sobre la propia ciencias debido a una larga formación “ambiental”, en particular durante el periodo cuando fuimos alumnos, desde la primaria hasta la universidad, que ejerce una notable influencia en nuestras formas actuar, entendiéndose como formas no reflexivas, como algo natural, obvio, “de sentido común”, escapando a la critica y convirtiéndose, insistimos, en un verdadero obstáculos para el cambio (Gil D,*et ál.*,1991).

Por lo tanto, una de las primeras acciones a emprender en todas las facultades de educación en formación inicial y continúa de profesores en ciencias naturales es ayudar a conocer sus propias creencias y valores acerca del enfoque CTSA y la enseñanza de la ciencia, y con los aportes de la investigación en didáctica de la ciencias (DC), tratar de transfórmalas adecuadamente. Claro esta que hay que desarrollar otras acciones para ayudar



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

a los profesores en su formación, como las expresadas por Spector (1986), el cual compartimos, tales como:

- Conocer diversas modalidades de integración del enfoque C/T/S/A en el currículo escolar de ciencias.
- Analizar programas escolares ya existentes, para conocer las diversas posibilidades reales de introducir el enfoque C/T/S/A.
- Evaluar los materiales curriculares ya existentes tales como los libros de texto y otros materiales escritos, los programas informáticos, las guías practica de laboratorios y otros materiales que son soportes en los procesos mediadores de E/A de las ciencias naturales.
- Diseñar nuevas actividades y materiales, para lo que pueden ser utilizados los ya existentes.
- Conocer vías para identificar y acceder a la utilización de los recursos comunitarios en C/T/S/A.
- Desarrollar técnicas para la evaluación de las mejoras durante todo el proceso de puesta en práctica.

### **¿QUE COMPONENTES FUNDAMENTALES HAY QUE TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DEL DESARROLLO CURRICULAR DE LA C/T/S/A?**

Debe estar soportado en el modelo constructivista en lo que Driver y Oldham (1986), lo enmarcan en cinco componentes fundamentales en el diseño curricular de la C/T/S/A.

- ✓ Componente teórico, que incluye los constructos teóricos de las disciplinas, de la didáctica de las ciencias y los esquemas explicativos de la psicología cognitiva, del desarrollo moral, de los procesos de grupo, del pensamiento crítico y de las destrezas de la resolución de problemas y de la comunicación persuasiva.
- ✓ Comprende los conocimientos y destreza de los profesores
- ✓ Se refiere a las cuestiones relativas al ambiente de escolarización, en aspectos tales como el tiempo y los recursos disponibles el propio ambiente físico.
- ✓ El componente de los contenidos, que evidentemente no puede quedar reducido a un enfoque exclusivamente curricular.

### **¿COMO INTEGRAR LA C/T/S/A EN EL CURRICULO?**

De acuerdo con lo propuesto por Hickman *et ál* (1987), hay distintas vías para introducir perspectivas C/T/S/A en los currículos habituales y que son:



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

- La inclusión de módulos y/o unidades Didacticas C/T/S/A en materias de orientación disciplinar.
- La solución del enfoque C/T/S/A en materias ya existente, a través de repetidas inclusiones puntuales a lo largo del currículo.
- La creación de una materia C/T/S/A.
- La transformación completa de un tema tradicional ya existente, mediante la integración a todo lo largo del mismo de la perspectiva C/T/S/A.

### **¿DESDE QUE MODELOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS SE SUGIERE AFRONTAR EL RETO C/T/S/A?**

Para lograr cambios profundos hay que involucrarlos en un modelo de investigación dirigida, que permita transformar, la mente de los alumnos, no solo conceptuales sino también metodológicos, actitudinales y ontológicos es preciso situarlos en un contexto de actividad similar al que vive un científico. Gil D. *et al* (2002). La metáfora que considera a los alumnos como investigadores noveles proporciona una mejor apreciación de la situación de aprendizaje. Es bien sabido que cuando alguien se incorpora a un equipo de investigadores, puede alcanzar con relativa rapidez el nivel medio del resto del equipo. Y ello no sucede a través de la transmisión verbal, sino abordando problemas en los que quienes actúan de directores/formadores sean expertos.

La propuesta de organizar el aprendizaje de los alumnos como una construcción de conocimientos, responde a la de una investigación orientada en resultados parciales, embrionarios, obtenidos por la “comunidad científica”. No se trata, pues, de “engañar” a los alumnos, de hacerles creer que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los adquieren Gil, D. (2002), sino de colocarlos en una situación por la que los científicos habitualmente pasan durante su formación, y en la que podrán familiarizarse mínimamente con lo que es el trabajo científico y sus resultados, replicando para ello investigaciones ya realizadas por otros, abordando, en definitiva, problemas conocidos por quienes dirigen su trabajo.

Lo que se conoce como planteamiento constructivista del aprendizaje de las ciencias, responde a las características de una investigación orientada, un trabajo en el que constantemente se cotejan los resultados de los distintos equipos y se cuenta con la inestimable retroalimentación y ayuda de un “experto” (el profesor).

El eje sobre el que se articula el currículo de C/T/S/A es la resolución de problemas a partir del análisis del conocimiento disciplinar. Dado que la investigación científica se realiza siempre en el marco de disciplinas específicas, donde se delimitan los problemas relevantes, otro tanto debe suceder con la enseñanza de la ciencia, que debe basarse en problemas de contexto, generados desde el conocimiento disciplinar; por lo tanto el currículo se debería organizar, no tanto en torno a los conceptos específicos de la



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

ciencia, sino a las estructuras del sujeto y del medio que dan sentido a esos conceptos.

Este hilo conductor que actuaría como un eje estructurador del currículo, se traduce en una secuencia de contenidos disciplinariamente organizados cuya secuenciación juega un papel importante en la historia de la ciencia; ya que se asume que el aprendizaje de esos contenidos debe ser isomórfico al propio proceso de construcción científica de dichos contenidos.

La promoción del aprendizaje con comprensión y del desarrollo simultáneo de destrezas de alto nivel intelectual en los alumnos universitarios, requiere una forma de enseñanza que sea coherente con dicho propósito. Busca favorecer simultáneamente la evolución conceptual, epistemológica y la implicación personal de los alumnos(as). Así, como señalaba Bachelard, G. (1979) *“Y dígame lo que se quiera, en la vida científica los problemas no se plantean por sí mismos. Es precisamente este sentido del problema el que indica el verdadero espíritu científico. Para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye. Todo conocimiento es la respuesta a una cuestión”*

La idea de que el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias se desarrollen como un proceso de (re)construcción de conocimientos en un contexto que se inspire en la investigación significa que en todos los niveles la educación científica debe basarse en la metodología de la investigación como forma de favorecer tanto una actividad significativa, en torno a problemas susceptibles de interesar a los estudiantes, como en su progresiva autonomía de juicio y capacidad de participación en tareas colectivas,(Osborne y Wittrok, 1983; Duschl, 1995; Gil, D. *et al.*,(1999).

Porque el contexto hipotético deductivo característico de una investigación suministra oportunidades idóneas para un aprendizaje profundo, Pozo J. (1989), al obligar a plantear problemas y discutir su relevancia, tomar decisiones que permitan avanzar, formular ideas de manera tentativa, ponerlas a pruebas dentro de una estructura lógica general, obtener evidencias para apoyar las conclusiones, utilizando los criterios de coherencia y universalidad, y todo ello en un ambiente de trabajo colectivo y de implicación personal en la tarea.

Para que esa tarea pueda llevarse a cabo,(Daza S & Arrieta R, 2006) proponen: la planificación de un curso y de los temas para desarrollarlos en él, no puede responder simplemente a la lógica que expresa un orden predeterminado, ¿Qué objetivo deben lograr los estudiantes?, ¿Qué contenidos impartir?, ¿Cómo ha de ser el examen para constatar el aprendizaje logrado?, sino que obliga a formularse preguntas tales como ¿Cómo problematizar el curso y cada uno de los temas incluidos, para favorecer el aprendizaje con sentido?, ¿Cómo evaluar para impulsar y orientar dicho aprendizaje?.



Por lo tanto para organizar la estructura de los temas y los cursos, es necesario identificar algunos de los problemas que están en el origen de las teorías que queremos que pasen a formar parte de los conocimientos de nuestros alumnos, discutir la relevancia de los mismos y planificar una estrategia que permita avanzar en la solución de los problemas planteados, en un ambiente hipotético deductivo, que suministre oportunidades para la apropiación de la epistemología científica.

Por consiguiente el análisis está guiado por preguntas como: ¿Qué problemas están en el origen de las teorías que deseamos que pasen a formar parte de nuestros alumnos?, ¿Cuales son / fueron los obstáculos mas importantes que hubo que superar para avanzar en la solución de los problemas planteados?, ¿Que ideas y razonamientos pueden tener los alumnos sobre los aspectos anteriores que puedan suponer obstáculos para el aprendizaje y que, por tanto, deban ser tomados en consideración?, ¿Qué plan concreto de investigación – secuenciación - conviene proponer a los estudiantes para avanzar en la solución de los problemas iniciales?.

En definitiva, el diseño de una estructura del curso que permita a los estudiantes, con el apoyo del profesor, enfrentarse a situaciones problemáticas de interés, poniendo en juego buena parte de los procesos de producción y validación de los conocimientos científicos, estará enmarcado en la siguiente estructura (Martínez T, et al 2003):

- Plantear, en el inicio del curso, situaciones problemáticas que inspirándose en las que están en el origen de los conocimientos implicados, sirvan de punto de partida para el trabajo de los estudiantes. Por supuesto, debe prestarse especial atención a la apropiación de los problemas por parte de los alumnos y a que tomen conciencia, como condición necesaria para el desarrollo de las tareas.
- Diseñar la secuenciación de los temas del curso con una lógica problematizada, es decir, como una posible estrategia para avanzar en la solución a las grandes preguntas iniciales. Esto dará lugar a un hilo conductor en el que cada tema se convierta en un problema mas concreto, cuya solución permita avanzar en el problema inicial y al mismo tiempo pueda generar nuevos problemas, incrementándose así la relación entre los distintos temas.
- Organizar el índice de cada uno de los temas/problemas, de forma que responda igualmente a una posible estrategia para avanzar en su solución, es decir, a un “plan de investigación” diseñado por el profesor (o, mejor, por el equipo de profesores). En este sentido, la estructura o secuencia de apartados del tema debe estar ligada intencional y lógicamente a la problematización inicial. La estructura de los temas no está guiada, por tanto, como es habitual, por los conceptos fundamentales, sino por un intento de plantear y avanzar en problemas fundamentales. De este modo, los conceptos son introducidos funcionalmente como parte del proceso de tratamiento de los problemas planteados y de unificación de campos





inicialmente inconexos. Si el conocimiento es científico, es fruto de un intento de responder las preguntas.

- Introducir los conceptos y modelos como tentativas, como hipótesis fundadas, que deben ser puestas a prueba, en situaciones de laboratorio y/o en el abordaje de soluciones problemáticas abiertas concretas, que requieren una modelización, basadas en los mismos (contexto de resolución de problemas, incluyendo la toma de decisiones en situaciones de interés social), como a través del establecimiento de su coherencia con la globalidad de los conocimientos ya establecidos por investigaciones precedentes. La realización de ejercicios, de los trabajos prácticos y la resolución de problemas se integran con sentido, junto a la introducción de conceptos relacionados dentro de la estructura de investigación (Gil D. *et al.*, 1999).
- Realización de recapitulaciones periódicas (recapitulaciones problematizadas) sobre lo que se ha avanzado en la solución del problema planteado, los obstáculos superados y lo que queda por hacer, prestando así especial atención a la regulación y orientación de los alumnos en el desarrollo de la investigación.
- Explicitar las propias ideas y confrontarlas con las de otros autores, en un proceso hipotético deductivo, rico en episodios de argumentación y justificación tan valiosos para el aprendizaje de conocimientos científicos.
- Se pretende así, en definitiva, crear un ambiente que favorezca simultáneamente la implicación afectiva y la racionalidad científica de todos los implicados (profesor y estudiantes) en la resolución de los problemas. Por supuesto, ello exige una cuidadosa planificación de las tareas con el profesor, a través de programas de investigación (programas de actividades debidamente secuenciados), y hacer que el estudiante, tenga tiempo en el aula, para que piense argumente y refute.

O el propuesto por Waks (1992), denominado espiral de la responsabilidad en la que se diferencian cinco fases sucesivas:

- Autocompresión, en la que el que aprende considera sus necesidades, valores, planes y responsabilidades.
- Estudio y reflexión, aquí se toma conciencia y conocimiento de la C/T/S/A y esto supone conectar con las denominadas disciplinas base que son las ciencias experimentales, las matemáticas, la tecnología y las ciencias sociales.
- Toma de decisiones, en ella se aprende sobre los procesos de toma de decisiones y de negociación, para más tarde tomar realmente decisiones y defenderlas con razones y evidencias.
- Acción responsable, aquí se planifica y se lleva a cabo acción, tanto de manera individual como colectiva.



- Integración, se debe aventurar mas allá del tema específico hacia consideraciones C/T/S/A más amplia, incluyendo el tratamiento de valores personales y sociales.

### **¿QUE CRITERIOS DEBEMOS TENER EN CUENTA PARA SELECCIONAR CONTENIDOS EN UNA PROPUESTA C/T/S/A?**

Para desarrollar una propuesta de contenidos es fundamental plantearse las siguientes cuestiones:

- ✓ ¿Es directamente aplicable a la vida actual?
- ✓ ¿Es adecuado al nivel de desarrollo cognitivo y a la madurez social de implicados en el proceso E/A?
- ✓ ¿Es un tema importante en el mundo actual para el mundo actual para los implicados y probablemente permanecerá como tal para una proporción significativa de ellos en su vida adulta?
- ✓ ¿Pueden los implicados en el proceso de E/A aplicar su conocimiento en contextos distintos de los científicos escolares?
- ✓ ¿Es un tema por el que los implicados en el proceso E/A muestran interés y entusiasmo?

Para Rosenthal (1989), los problemas sociales son asociados a la enseñanza C/T/S/A, por consiguiente los contenidos se desarrollaría teniendo en cuenta:

- ✓ Las cuestiones sociales externas a la comunidad científica, tales como el calentamiento global, la guerra química o los pesticidas en los alimentos.
- ✓ Las cuestiones sociales internas a la comunidad científica, los denominados estudios sociales de la ciencia, donde la propia ciencia es el estudio de las ciencias sociales al ocuparse de sus implicaciones epistemológicas, sociológicas, históricas, políticas, económicas y culturales. Aquí se ocuparía por ejemplo, la problemática asociada a la discriminación que han sufrido las mujeres en las profesiones medicas.

### **¿QUE ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA / APRENDIZAJES SE RECOMIENDAN UTILIZAR PARA EL DESARROLLO DE LAS C/T/S/A?.**

- Trabajo en pequeños grupos
- Aprendizaje cooperativo
- Discusiones centradas en los implicados en el proceso de E/A.
- Resolución de problemas.
- Simulaciones y los juegos de roles.



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja - Colombia

- Toma de decisiones.
- Debate y las controversia.

### **¿QUE CONDICIONES MINIMAS DEBEN CUMPLIR LOS MATERIALES DE APOYO PARA DESARROLLAR LA PROPUESTA C/T/S/A?.**

Para considerar como tal un material para el desarrollo de la C/T/S/A, se proponen los siguientes criterios, que de acuerdo con Waks (1990), son:

- En primer lugar, que se potencie la responsabilidad, desarrollando en los implicados en el proceso E/A la comprensión de su papel como miembro de una sociedad, que a su vez debe ser integrada en algo mas amplio que es la naturaleza
- Que contemple las influencias mutuas entre C/T/S/A.
- Que promuevan los puntos de vistas equilibrados, para que los implicados en el proceso E/A puedan elegir conociendo las diversas opiniones, sin que el profesor deba ocultar necesariamente la suya.
- Que ejercite en los implicados en el proceso E/A en la toma de decisiones y en la solución de problemas.
- Que promocióne la acción responsable, alentando a los implicados en el proceso E/A a comprometerse en la acción social, tras haber considerado sus propios valores y los efectos que puedan tener de las distintas posibilidades de acción.
- Que busque la integración, haciendo progresar a los implicados en el proceso E/A hacia visiones más amplia de la ciencia, la tecnología y la sociedad, que incluyan cuestiones éticas y de valores.
- Que promueva la confianza en la ciencia, en el sentido de que los implicados en el proceso E/A sean capaces de usarla y entenderla en un marco C/T/S/A.

### **CONSIDERACIONES FINALES**

En conclusión debemos fomentar la capacidad de aprender a aprender en lo que se destaca la necesidad de que los alumnos adquieran no solo el conjunto de conocimientos ya elaborados que constituye la cultura y la ciencia de nuestra sociedad, sino también, y de modo muy especial, que adquieran habilidades y estrategias que les permitan aprender por si mismo nuevos conocimiento, esto se relaciona con lo expresado por Alvin Toffler en el texto el shock del futuro al referirse que *“los analfabetas del siglo XXI no serán aquellos que no sepan leer ni escribir, sino los que no puedan, aprender, desaprender y volver aprender.”* En la perspectiva de una sociedad muy flexible en las demandas laborales y culturales a su ciudadanos, al tiempo que muy competitiva, no basta con proporcionar saberes empaquetados, cerrados en si



mismo, sino que hay que hacer de los alumnos personas capaces de enfrentarse a situaciones y contexto cambiantes, que requiera de ellos aprender conocimiento y habilidades nuevas, por ellos los alumnos que hoy aprenden aprender estarán previsiblemente en mejores condiciones de adaptarse a los cambios culturales que, tecnológico y laborales que nos espera en el reto del siglo XXI.

Educación científicamente es preparar para ejercer, o para comprender, un determinado tipo de actividad: la actividad científica. Si las ciencias son una actividad compleja, es razonable pensar que su enseñanza debe concebirse también como actividad. Por ello la enseñanza de las C/T/S/A debe tener la meta, el método y el campo de aplicación adecuados al contexto escolar y debería conectar con los valores del estudiantado y con el objetivo de la escuela.

Por otro lado, la ciencia ha pasado a ser actualmente un aspecto de la cultura de toda la población y, al no ofrecerse sólo a futuros científicos, requiere nuevas estrategias de enseñanza y un nuevo diseño. Se ha puesto de moda la expresión “alfabetizar científicamente” para hacer ver cuál ha de ser el resultado de la enseñanza de las ciencias a toda la población, pero esta expresión dice poco respecto a cómo hacerlo.

Cualquier reforma de la enseñanza de las ciencias que aspire a tener algún éxito debe tener un elemento central al profesorado, este tiene que incorporarse de manera consciente y explícita a la discusión sobre las finalidades de la educación científica, un debate que casi siempre se le ha hurtado y del que ha estado ausente demasiadas veces.

## Referencias Bibliográficas

- Audiger, F. (1999): *La Educación a la citogenética*. Paris, INRP.
- Aikenhead, J.A. (1987): High- School graduates beliefs about science-technology-society.III. The characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education*, 71, 2,459-487.
- Aguilar, T. (1999): *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Narcea, Madrid.
- Bachelard, G., (1979) *La formación del espíritu científico*, Siglo XXI, México
- Daza, S. Y Arrieta, J. (2006): Los conceptos sobre ciencia y trabajo científico y sus implicaciones en la elaboración de los programas de ciencias naturales. *Revista TEA*, 10. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Duschl, R., (1995), Mas allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante cambio conceptual, *enseñanza de la ciencia* 13 (1), 3-14.



*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

Driver, R. Y Oldham, V.( 1986): Un enfoque constructivista para el desarrollo de currículo en ciencia, en Enseñanza de las Ciencias, 6,2,109- 120.

Hickman,F.M.(1987): Science/ Technology/ Society: Afremework for curriculum reform in secondary school science and social studies. Science Education Consortium.

Gil, D; Vilches, A; Toscano, C Y Macia. O. (2006). Década de la educación para un futuro sostenible (2005-2014): un punto de inflexión necesario en la atención a la situación del planeta. Revista Iberoamérica de Educación.Nº 40.125-178.

Gil, D; Carrascosa, J. y Martínez, Torregrosa J. (1991) La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. Barcelona: Horsori,. 232.

Gil, D. y Pessoa, de Carvalho A. (2000) Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias. Educación en Química..11 (2). 244 – 251.

Marcos-Stiefel, B., Ibañez-Orcajo, T. Y Gonzalez, Alberto. (2000): Diseño de actividades para la alfabetización científica. Aplicaciones a la enseñanza secundaria. Apuntes IPES nº 66. Madrid, Narcea.

Martinez-Torregrosa,J ., Gil D, Y Martinez,B. (2003) La universidad como nivel privilegiado para un aprendizaje como investigación orientada . En: Monereo C, Y Pozo, J, I (Compiladores) , la universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía. Ed. síntesis ..231-244.

Osborne, R Y Wittrock, M .(1983).Learning science: a generative proceess.science Education , 67, 490-508.

Quintanilla, M. (2006) Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: Quintanilla y Adúriz-Bravo, (Ed), Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos. (pp.18-42) Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Rosenthal, D.B. (1989): Tow approaches to STS education. Science Education, 73, 5,581-589.

Ruba, P.A. y Wiesenmayer, R.L. (1988).Goals and competencies for precollege STS education: recommendation based upon recent literature in environmental education. Journal Environmental Education, 19, 4, 38-44.

Saez, J y Riquarts K. (2002). Educación científica para el desarrollo sostenible, En Membiela, P (compiladores), enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología- sociedad formación científica para la ciudadanía.Ed Narcea. 47-59.

Solmon, J. (1994): pupil's images of Scientifics epistemology. International journal sciencie education, 16, 3,361-373.

Waks,L.(1990): Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales, en Medina, M. y San Martin, j.(Eds.) Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la Educación y en la gestión publica, Barcelona, 42-75.





*Revista CITECSA*  
Volumen 2 numero 2 - julio 2011  
ISSN: 2027-6745  
<http://mvz.unipaz.edu.co/citecsa/web>  
Barranca bermeja -Colombia

Ziman, J. (1980): Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad. México, FCE.