

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
UNIVERSIDAD HERMANOS SAÍZ MONTES DE OCA  
PINAR DEL RÍO**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
SUPERIOR**

**TÍTULO: La formación científica desde un enfoque ciencia- tecnología- sociedad (CTS) en el Instituto Superior Pedagógico “Rafael M de Mendive”, una propuesta para las carreras de Química, Biología, Geografía.**

**Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Ciencias de la Educación Superior.**

**AUTORA: Lic. Katuska Pérez Bejerano.**

**TUTORA: Dr. Ana M González Ortega.**

**2003**

**AÑO DE LOS GLORIOSOS ANIVERSARIOS  
DE MARTÍ Y DEL MONCADA**

## ÍNDICE:

CONTENIDO	Páginas.
◆ Introducción. -----	1
◆ Antecedentes de la investigación.-----	7
◆ <b>CAPÍTULO 1.</b> El Proceso de formación científica.-----	12
1.1 Principales tendencias histórico didácticas del proceso de formación científica.-----	12
1.2 Posición ante las críticas que se le hacen al constructivismo en didáctica de las ciencias.-----	19
1.3 Posibles Visiones deformadas acerca de la ciencia que inciden en el proceso de formación científica.-----	21
1.4 Carácter necesario y formativo del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.-----	24
1.5 Situación del proceso de formación científica en la formación de profesores en el ámbito mundial.-----	28
1.6 Situación del proceso de formación científica en la formación de profesores en Cuba. -----	30
1.7 Caracterización del estado actual de la formación científica en el proceso de formación de profesores de las carreras de Química, Biología, y Geografía en el ISP “Rafael M de Mendive”. -----	33
<b>CAPÍTULO 2.</b> El proceso de formación científica desde un enfoque CTS en las carreras de Química, Biología y Geografía. -----	42
2.1 El área de formación de fundamentos científicos en el currículum de formación de profesores de las carreras de Química, Biología y Geografía.-----	42
2.2 La formación científica desde un enfoque CTS como proceso y resultado.-----	46
2.3 La formación científica desde un enfoque CTS como dimensión integradora del proceso de formación científica de las carreras de Química, Biología y Geografía. -----	50
2.4 La dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.-----	53
2.5 El método de resolución de problemas como investigación en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.-----	59

<b>CAPÍTULO 3.</b> Propuesta metodológica.-----	64
<b>3.1</b> Propuesta metodología dirigida a potenciar la dimensión educativa para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia que tribute a la formación integral.-----	64
<b>3.1.1</b> Estudio diagnóstico de las necesidades.-----	65
<b>3.1.2</b> Determinación de los objetivos.-----	66
<b>3.1.3</b> Determinación de las premisas para potenciar el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.-----	67
<b>3.1.4</b> Determinar cual es la vía que nos puede proporcionar una mayor oportunidad para lograr los objetivos propuestos.-----	68
<b>3.1.5</b> Determinación del sistema de valores que deberá ser potenciado.-----	71
<b>3.1.6</b> Diseño de las actividades con enfoque CTS.-----	72
♦ <b>Conclusiones.</b> -----	85
♦ Recomendaciones.-----	87
♦ <b>Bibliografía.</b>	
♦ <b>Anexos.</b>	

## **INTRODUCCIÓN.**

La formación científica y tecnológica, viene siendo considerada, desde hace décadas, como un capítulo prioritario para hacer posible el desarrollo de un país. Se trata de una opinión generalmente compartida - al menos verbalmente- por las clases políticas, los expertos y los ciudadanos, con independencia de planteamientos ideológicos. Y aunque en muchos países sigue existiendo millones de seres humanos sin una mínima alfabetización, atribuir importancia a la educación para el desarrollo de los pueblos constituye un auténtico lugar común.

**La educación para todos y más precisamente, la formación científica para todos preocupándose por los problemas sociales relacionados con lo científico y lo tecnológico favoreciendo la formación de valores y normas de conductas en relación con estas cuestiones, se ha convertido en una exigencia urgente (Delors, 1996).**

En este sentido el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) ha sido reconocido como orientación para la reforma en la formación científica en diversos países del mundo.

En Cuba no solo hay conciencia del enorme desafío científico y tecnológico que enfrenta el mundo subdesarrollado sino que se vienen promoviendo estrategias en los campos de la economía, la educación y la política científica y tecnológica que intentan ofrecer respuestas efectivas a ese desafío. Todo eso, desde luego, necesita de marcos conceptuales renovados dentro de los cuales el enfoque CTS ocupa un espacio a reconocer (Castro Díaz-Balart, 2002).

En la Educación Superior Cubana los estudios CTS se han institucionalizado a través de cursos de licenciatura y postgrado, a través de programas de maestría y doctorado se forman profesionales dedicados a los estudios CTS, existe el grupo de estudios sociales de la ciencia y la tecnología el cual publicó el libro problemas sociales de la ciencia y la tecnología, el coordinador de este grupo Dr. Núñez Jover publicó el texto “La ciencia y la tecnología como procesos sociales lo que la educación científica no debería olvidar”.

En 1997 surge la maestría en CTS, que radicada en la Facultad de Filosofía e Historia de la Universidad de la Habana. Por otra parte en la formación de profesores se gana espacios en la fundamentación de la necesidad de que el profesor posea una adecuada comprensión de las complejas interacciones CTS considerando que una de las finalidades de la enseñanza de las ciencias en los sistemas educativos es su orientación social que propicie que la gran mayoría de los estudiantes puedan disponer de los conocimientos y destrezas necesarios para desenvolverse en la vida diaria. Para lo cual el profesor debe estar preparado. En la enseñanza media se han puesto en práctica programas que se desarrollan con un enfoque CTS, en la enseñanza de la Física se realizan estudios para hacerlos extensivos al preuniversitario, este proyecto es dirigido por el Dr. P. Valdés.

Los cambios producidos internacionalmente a principios de la década del 90, que tienen como factores la explosión escolar, la irrupción de los medios de comunicación de masas, la acelerada evolución de la sociedad, los avances científicos tecnológicos y las nuevas corrientes pedagógicas, determinaron orientar el perfeccionamiento continuo de nuestro sistema educativo hacia la problemática de la formación científica con un enfoque socio cultural constituyendo este un objetivo de prioridad del Ministerio de Educación.

El proceso de transformación que se lleva a cabo en la educación implica la formación de profesores altamente calificados, desde el punto de vista científico, técnico y metodológico, lo que explica el significado y especial atención brindada

a la formación de profesionales de la educación por su destacado e insustituible papel en el proceso de transformaciones sociales.

En nuestra investigación hacemos referencia a las dificultades más significativas que presentan los estudiantes de 1er año de las carreras de Química, Biología, Geografía del ISP "Rafael María de Mendive" en el proceso

de formación científica manifestadas en una visión descontextualizada de la ciencia, que limita su formación integral.

Entre las causas que originan estas dificultades se identifican: De tipo curricular, el carácter puramente instructivo de los currículos y la inexistencia de la relación entre los componentes del proceso docente educativo; de tipo teórico metodológicas se destaca, que los profesores no poseen los conocimientos teóricos y recursos didácticos necesarios para concretar estas aspiraciones en el desarrollo de sus clases.

Proponemos potenciar la dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia que tribute a la formación integral. Igualmente definimos y proponemos la metodología para el funcionamiento del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.

Egresar un profesional de la educación que sea capaz de interpretar desde posiciones objetivas el desarrollo social, científico tecnológico del contexto social en que vive, junto a una sólida formación moral, patriótica y ciudadana ocupa uno de los principales retos de nuestro Instituto; en este particular los Institutos Superiores Pedagógicos constituyen la fragua donde se ha de formar este profesional y el enfoque CTS la vía para fomentar la contextualización social de los estudios científicos a través de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Con el objetivo de poder constatar en la práctica pedagógica del Instituto Superior Pedagógico el estado de la situación discutida más arriba hemos trabajado de forma sistemática con 34 estudiantes de primer año de las carreras de Química, Biología, Geografía, con 12 docentes que han impartido las asignaturas que pertenecen al área de formación de los fundamentos científicos de cada una de estas carreras (anexo # 1). Así como con el modelo del profesional, el plan de estudio, programas de asignaturas de las tres carreras. Los resultados de este análisis se discute en el cuerpo de la tesis.

Todo este trabajo ha permitido llegar a la conclusión, de que la forma en que nuestros profesores conciben y desarrollan el proceso de formación científica no permite

aprovechar todas las posibilidades que brinda el mismo para contribuir a la formación de una visión socialmente contextualizada de la ciencia.

Como resultado de todo lo anterior el proceso de formación científica es concebido con un carácter limitado y de manera atomizada, no existiendo criterios integradores que permitan dar la coherencia necesaria al mismo. Partiendo de las ideas anteriores y de la importancia que le damos a la formación de una visión socialmente contextualizada de la ciencia en nuestros estudiantes, definimos el **problema** a investigar de la forma siguiente:

Los estudiantes de 1er año de las carreras de Química, Biología, Geografía del ISP "Rafael M de Mendive" de la provincia de Pinar del Río presentan insuficiencias en el proceso de formación científica, manifestadas en una visión intelectual, operativa y descontextualizada socialmente del conocimiento científico, lo que incide en su formación integral.

**Objeto de investigación:** Proceso de formación científica de los estudiantes de 1er año de las carreras de Química, Biología y Geografía del ISP "Rafael M de Mendive" dirigido a un enfoque CTS.

**Objetivo:** Establecer los fundamentos del proceso de formación científica desde un enfoque CTS que permita diseñar una metodología dirigida a potenciar la dimensión educativa para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia que tribute a la formación integral.

**Campo de acción:** Dimensión educativa del proceso de formación científica de los estudiantes de 1er año de las carreras de Química, Biología y Geografía del ISP "Rafael M de Mendive" dirigido a un enfoque CTS.

Por ello definimos las siguientes **ideas a defender:**

- Para definir las características del proceso de formación científica desde un enfoque CTS se debe tener en cuenta las direcciones de este proceso, las dimensiones formativas del mismo y su carácter integrador.
- Para el desarrollo de una formación integral de los estudiantes de 1er año de las carreras de Química, Biología y Geografía se requiere de una formación científica con una visión socialmente contextualizada de la ciencia que debe lograrse a partir de potenciar la dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.
- Para determinar la metodología dirigida a potenciar la dimensión educativa para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS, es necesario tener en cuenta las relaciones entre los componentes que integran el proceso y los principios del mismo, mediante la instrumentación de actividades CTS.

En correspondencia con el objetivo que nos planteamos resolvemos las siguientes tareas:

Fundamentación del problema. Para fundamentar el problema se hace una constatación del mismo desde el punto de vista empírico y teórico.

1.1 Análisis histórico – comparativo del tratamiento pedagógico que se le ha dado a la problemática de la formación científica.

1.2 Diagnóstico del estado del proceso de formación científica en los estudiantes de 1er año de las carreras de Química, Biología y Geografía, a partir de observaciones, encuestas, análisis de documentos (plan de estudio, modelo del profesional, programa de las asignaturas que pertenecen al área de formación de los fundamentos científicos) y análisis del producto de la actividad de los estudiantes.

1.3 Análisis crítico de obras e investigaciones que han abordado diferentes enfoques del problema que nos ocupa.

2- Fundamentación teórica de la metodología dirigida a potenciar la dimensión educativa para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia.



- 2.1 Fundamentar el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.
  - 2.2 Determinar dimensiones, direcciones, principios y carácter integrador del mismo así como el contenido de su dimensión educativa para el logro de una visión socialmente contextualizada de la ciencia.
- 3- Elaboración de la metodología dirigida a potenciar la dimensión educativa para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.
- 3.1 Diseñar las relaciones y dependencias que intervienen en la metodología que se propone.
  - 3.2 Diseñar las actividades CTS.

Para el desarrollo de las tareas planteadas se emplearon los siguientes métodos:

**Métodos Teóricos** empleados fueron: El **método histórico lógico** es utilizado para determinar las tendencias en el comportamiento de nuestro objeto, el análisis histórico del abordaje pedagógico del problema, el **método dialéctico** se utiliza en el análisis de las teorías que sustentan nuestra investigación, para determinar las relaciones, dependencias y contradicciones entre los elementos que intervienen en el proceso de formación científica. EL **método sistémico – estructural** que dirigió toda la estructuración del trabajo, para caracterizar el objeto y el campo de la investigación y las relaciones que se establecen entre estos.

Como procedimientos se emplearon el análisis y la síntesis, ya que fue necesaria la descomposición del proceso de formación científica para poder hacer su estudio y estructuración y posteriormente se determinaron los criterios que permiten la integración de los mismos con el fin de lograr las aspiraciones planteadas.

**Métodos Empíricos:** Se utiliza la encuesta, la observación, el análisis de documentos, el análisis del producto de la actividad para constatar el problema, establecer sus antecedentes en la carrera y las potencialidades para resolverlo.

El **aporte teórico de la investigación** radica en la fundamentación teórica del proceso de formación científica desde un enfoque CTS en la formación de profesores de Química, Biología y Geografía, destacando las posibilidades de

lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia desde este proceso potenciando la dimensión educativa del mismo, el contenido de sus dimensiones, sus direcciones como proceso formativo y el carácter de su dimensión integradora.

**El aporte práctico** radica en diseñar una metodología dirigida a potenciar la dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia que tribute a la formación integral de los estudiantes de 1er año de las carreras de Química, Biología y Geografía. Mediante la instrumentación de actividades CTS teniendo en cuenta las relaciones entre los componentes del proceso y los principios del mismo.

**Antecedentes de la investigación:**

Las investigaciones educativas en torno a la formación científica son numerosas, de muy variada naturaleza y enfoques, en consecuencia, la literatura es vasta y compleja por lo que se hace difícil obtener una visión global y consistente de su papel en la realidad del aula. No obstante, el análisis de la bibliografía nos ha permitido identificar aspectos comunes a estos estudios que podemos considerar como regularidades:

- ◆ Se reconoce que no es posible cambiar lo que habitualmente hacen los profesores en las clases (simple transmisión de conocimientos ya elaborados) sin transformar sus concepciones epistemológicas y sus visiones sobre la ciencia.
  
- ◆ Se considera que la formación de los conocimientos científicos es una construcción social que envuelve frecuentemente un trabajo de equipo. De la misma forma, en el aula, la formación y desarrollo de habilidades deben tener un carácter social, pudiendo utilizarse diversas estrategias para conseguirlo.
  
- ◆ Dentro de las necesidades de formación de los profesores están aquellas esencialmente orientadas hacia un mejoramiento de los conocimientos científicos, indispensables para enseñar en sus clases.

Tales criterios han propiciado que las líneas más importantes en que se han desarrollado las investigaciones sean las siguientes:

1. Investigaciones que reclaman que en el proceso de formación de profesores de Ciencias Naturales, los estudiantes deberían aprender algo acerca de la

naturaleza de la ciencia además de contenidos y procesos científicos (Gil, 1993 y Valdés, 1995).

2. Investigaciones dirigidas a analizar por qué los estudiantes muestran desinterés hacia la ciencia y el trabajo científico. (Solbes y Vilches 1989, 1992, 1994,1995) y (Gil, 1993).
3. Investigaciones dirigidas a analizar por qué los estudiantes tienen dificultad en integrar el aprendizaje de las ciencias y la tecnología en la problemática del medio natural y social en el que se inserta la escuela. (Furió y Vilches, 1995).
4. Investigaciones que han puesto de manifiesto que muchos libros de texto muestran una imagen de la ciencia distorsionada, que no tiene en cuenta las complejas relaciones entre ciencia tecnología y el medio social y natural y en muchos se suele ignorar aspectos históricos. (Solbes y Traver, 1996).
5. Generalidad de autores que se han ocupado, en alguna medida, de las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, relacionadas con el tratamiento de aspectos como, ciencia y medio ambiente, aplicaciones de muchos conocimientos científicos, relación ciencia y la tecnología con la vida cotidiana (Aikenhead, 1985; Hodson y Reid, 1998; Solbes y Vilches, 1989 y 1992; Gil et al. , 1991; Solomon, 1992; Caamaño, 1994; Nuñez, 1994; Membiela, 1995; López Cerezo, 1996; Acevedo, 1998; Valdés, 2000; etc).

El impacto de las investigaciones sobre formación científica en las prácticas educativas ha dado como resultado un elevado número de programas y proyectos que defienden la necesidad de la contextualización social de la enseñanza de las ciencias y las tecnologías. El enfoque CTS ha venido evidenciando la impertinencia educativa de una enseñanza de las ciencias y las tecnologías en la que se aíslan sus contenidos de las condiciones históricas y

sociales en las que se produjeron y no tenga en cuenta, asimismo, las implicaciones de su desarrollo sobre las formas de vida de los seres humanos. Diversos autores (Vilches, 1993; Gil, 1993; Caamaño, 1993; Acevedo, 1995; Valdés, 1996; Figaredo, 2002; Matías, 2000; Morales, 2000; Baute, 2001; etc.) han dirigido sus investigaciones a estudiar la influencia de las concepciones inadecuadas sobre las ciencias, la investigación científica y el trabajo de los científicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales.

En este sentido las investigaciones realizadas han permitido identificar las siguientes insuficiencias:

- ◆ Los conocimientos científicos y las destrezas tecnológicas no se han articulado tradicionalmente con enfoques educativos que planteen su contextualización social. Han estado dominados, más bien, por formatos en los que los conocimientos científicos parecen hallazgos o descubrimientos al margen de condicionantes históricas e ideológicas, obviando, además, la necesidad de tener en cuenta los componentes valorativos que forman parte de las decisiones que jalonan el desarrollo científico tecnológico.
- ◆ Las creencias inadecuadas del profesorado sobre naturaleza de la ciencia y otros aspectos CTS se derivan de su propia experiencia de aprendizaje escolar y universitario, viniendo reforzadas por los mitos que se transmiten en los libros de texto, materiales curriculares y mucha de la divulgación científica (Vilches, 1993; Caamaño, 1994).
- ◆ **Los métodos educativos no están en correspondencia con las características de la sociedad actual y las necesidades educativas de las jóvenes generaciones.**
- ◆ **La Historia de la Ciencia ha consistido, en su versión escolar, una sucesión ordenada de científicos que hacen descubrimientos y construyen teorías, la historia de la tecnología no ha sido más que la aplicación práctica de esos**

**descubrimientos y teorías a la construcción de artefactos útiles mostradas aisladas de los contextos sociales que las producen y explican.**

**Una simple reflexión acerca de lo que hasta aquí se plantea revela que el tema referido al enfoque CTS en el contexto educativo es una fuente de investigación de prioridad. Sin embargo, en nuestro territorio esta temática ha sido muy poco abordada desde verdaderas posiciones de ciencia.**

Constituyen antecedentes de esta investigación los trabajos realizados por Martínez Lugo (2000). Una propuesta para la transformación integral del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales en el IPVCE Federico Engels, diseñada con el objetivo de contribuir a formar en los estudiantes y docentes, una visión de la ciencia como proceso sociocultural complejo.

Son considerados los trabajos de Paula (2001) y Valdés (2002) por abordar en sus investigaciones la problemática de la formación energética y la misma constituir un tema transversal que puede analizarse desde un enfoque CTS, lo mismo sucede con las tesis que plantean la temática de la educación sexual y para la salud y medio ambiente. Igualmente son considerados los trabajos de Pampillo (2000), Díaz (2002) y Morejón (2002) por la gran importancia que tiene para el proceso de formación científica en su dimensión educativa la formación de valores desde un enfoque CTS. Finalmente, los trabajos de García (2002) cuya línea de investigación no es la problemática investigada pero sus resultados son considerados antecedentes de esta investigación ya que el autor citado aborda la temática de la resolución de problemas, y precisamente, en este informe de tesis se intenta demostrar los nexos entre ambas líneas de investigación.

## **CAPITULO I.**

### **Proceso de formación científica.**

En este capítulo se hace una panorámica de las principales tendencias histórico didácticas del proceso de formación científica, una valoración del carácter necesario y formativo del proceso de formación científica desde un enfoque CTS, así como un análisis de la situación del proceso de formación científica en el ámbito internacional hasta llegar a la situación que se presenta en las carreras de Química, Biología y Geografía en el ISP “Rafael M de Mendive” de la provincia de Pinar del Río.

#### **1.1 Principales tendencias histórico didácticas del proceso de formación científica.**

Woolgar citado por Núñez (1999) considera que la institucionalización de la ciencia en el ámbito mundial ha cursado por tres grandes etapas, la primera transcurre aproximadamente entre 1600 y 1800 en ella la formación científica se desarrolla alejada del gobierno y la industria. Su papel social fundamental no era hacer ciencia, ni transmitir conocimiento científico a los ciudadanos, de esta manera solo se formaban personas con grandes posibilidades económicas que se consideraban a sí mismos filósofos naturales. En ella se sustenta como tendencia que el conocimiento se apoya en la contemplación de la naturaleza. Es por medio de la observación que es posible acceder a la esencia de la naturaleza.

Mostrando como limitación esta tendencia el solo hacer énfasis en la observación, el pensamiento griego menospreciaba la técnica, lo práctico y consideraba superior la vida contemplativa. Platón y Aristóteles propusieron que ningún trabajador manual pudiera ser ciudadano; el trabajo artesanal y manual es vergonzoso y deformador. Aquí encontramos uno de los orígenes remotos del privilegio concedido a la ciencia

como teoría más que como práctica social y también una de las razones del énfasis excesivo en la diferenciación entre ciencia y tecnología que hasta hoy nos acompaña.

Entre 1800 y 1960 transcurrió la etapa académica. Caamaño (1995) plantea que en esta etapa la formación científica se desarrolla fundamentalmente en las universidades con

un carácter esencialmente básico y considerando la ciencia con un carácter puro, se consolida una tendencia que frecuentemente encuentra su expresión en las raíces positivistas. Según esta tendencia la ciencia es concebida como la búsqueda de la verdad y su tarea producir conocimiento certificado, es decir, objetivo y probado. Una ciencia eficaz, racional, de base experimental, matemática, mecanicista lo más alejado posible de la interferencia de otros valores e intereses que sean extrínsecos al valor y al interés cognoscitivo.

La limitación para lograr desde esta tendencia una visión socialmente contextualizada de las ciencias está, en que la prescripción metodológica fundamental de ella, es la separación del ámbito intelectual respecto a los factores psicológicos, sociológicos, económicos, políticos, morales e ideológicos. Ignora o subestima el papel de los factores sociales en el desarrollo científico tecnológico proyectando una imagen formalista y abstracta de la ciencia en el proceso de formación científica.

Comienza a abrirse paso la tendencia socio cultural y con ello la visión del carácter complejo y plural del saber científico entrando así en la tercera etapa (finales de la década del 70 hasta la actualidad). Esta tendencia representa una opción radicalmente distinta en el campo de la formación científica, ya que, permite que la ciencia más que como un resultado, único e inexorable, sea vista como un proceso social, una práctica que integra factores psicológicos, sociales, económicos, políticos y culturales siempre influidos por valores e intereses.

Es evidente que las tendencias en cuanto a ciencia y actividad científica se han reflejado en los enfoques didácticos del proceso de formación científica, donde se han producido controversias y reordenaciones, pero que han mostrado en su desarrollo no lineal convergencias y progresos reales en la orientación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El enfoque didáctico que tradicionalmente se ha desarrollado en el proceso de formación científica se ha caracterizado por la transmisión verbal, por parte del profesor, como portador indiscutible de un conjunto de conocimientos verdaderos, previamente seleccionados como resultados ya establecidos de una disciplina dada y

organizados secuencialmente según la estructura formal de esta. Este enfoque convierte al profesor en el portador de la verdad y el único responsable del aprendizaje de los alumnos y estos solo deben apropiarse de la información recibida. Reflejando de esta forma la tendencia que encuentra su expresión en las raíces positivistas.

Coincidimos con López Cerezo (1995) para quien este punto de vista constituye una visión reduccionista del complejo proceso de enseñanza aprendizaje, que no tiene en cuenta ninguno de los factores contextuales situacionales del aula ni el papel de los estudiantes en dicho proceso cuyo resultado es la memorización de los contenidos tratados, mientras permanecen inalterables determinadas ideas desacertadas que los alumnos han adquirido fuera del aula, producto de su experiencia cotidiana.

Es por ello que le asiste a Núñez (1999) toda la razón cuando plantea que este enfoque tiene una concepción unidireccional de los procesos que ocurren en el aula, manteniendo como forma básica para la transmisión de conocimientos la forma verbalista del profesor hacia el alumno característico de la tendencia de raíz positivista mostrando el conocimiento como verdad acabada, puramente objetiva y neutral. Por tanto, esa forma unívoca y seriada de organizar los contenidos, la

organización del aula y las interacciones en la misma, resulta inviable para desarrollar una acción educativa enmarcada en los planteamientos de un proceso de formación científica socialmente contextualizado.

Por tales razones Acevedo (1999) ha expresado que es poco eficaz la transmisión de información siempre secuencial, para propiciar el establecimiento de múltiples comunicaciones mucho más adaptadas a la propia naturaleza de los objetivos de un proceso de formación científica que pretenda una visión socialmente contextualizada de la ciencia.

El fracaso sistemático de esta forma de educación centrada en la enseñanza y la actuación del profesor condujo a los especialistas a trasladar el centro de su atención hacia el otro extremo del proceso, el aprendizaje y la actividad de los estudiantes para lograrlo.



Se afirma habitualmente que el modelo de aprendizaje por descubrimiento, que se desarrolló y llevó a la práctica durante la década de los 70, constituyó un intento de aproximar el aprendizaje de las ciencias al trabajo científico, pretendió que se disfrutara con la ciencia, se adquiriera una visión más clara de lo que hacen los científicos y en consecuencia los estudiantes fueran impulsados a proseguir estudios científicos de nivel superior.

Analizado por Ausubel (1978), Gil (1983) y Hodson (1985) el fracaso del modelo de aprendizaje por descubrimiento se ha mostrado fundamentalmente en el inductivismo extremo en que dicho modelo incurría, falta de atención a los contenidos, estos no debían ser transmitidos verbalmente a los estudiantes, sino que estos debían aprender a descubrirlos, pero partiendo de una visión empirista e ingenua del conocimiento, se creía que este se encontraba oculto en las cosas y que era necesario develarlo, siendo la única vía adecuada para acceder autónomamente a este, la observación y experimentación. Por lo que esta concepción aún refleja la tendencia que proyecta una imagen formalista y abstracta de la ciencia en el proceso de formación científica.

Además de una noción ingenua y simplista de la actividad científica, se ignoraba el carácter de producción social que tiene la misma, así como la diversidad metodológica y explicativa del conocimiento científico todo lo cual tiene poco que ver, en efecto, con la visión de lo que constituye el trabajo científico y se ha mostrado con claridad el resultado negativo de su aplicación, tanto en lo que se refiere a la adquisición de conocimientos como en lo que respecta a la comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Consideramos, sin embargo, que este análisis crítico no debe traducirse en un rechazo global:

- ◆ El modelo de aprendizaje por descubrimiento intentó desarrollar plenamente la idea de que los estudiantes debían familiarizarse con las actividades del trabajo científico para poder comprender los conocimientos alcanzados.
- ◆ Pretendía proporcionar una visión más abierta y accesible de la ciencia, favoreciendo una actitud más positiva hacia la misma.

- ◆ Supuso un intento sistemático de renovación curricular que rompía con una estabilidad de muchas décadas e iniciaba un proceso de transformación en el que seguimos hoy inmersos.

El modelo de aprendizaje por recepción significativa (Ausubel 1978, Novak 1979) que se desarrolló como reacción frente al de descubrimiento, supuso en algunos aspectos una correcta aproximación a la naturaleza de la ciencia y un acercamiento a la tendencia socio cultural.

La propuesta de Ausubel y Novak muestran una indudable coherencia con la tesis básica acerca de la naturaleza de la ciencia. La importancia concedida por ellos a los conocimientos previos de los alumnos y a la integración de los nuevos

conocimientos en sus estructuras conceptuales es coherente con el papel que las concepciones de los científicos juegan en todo el proceso de investigación científica. Del mismo modo, al resaltar el papel que la guía del profesor puede jugar como facilitador del aprendizaje es coherente con el papel que juega quien dirige una investigación.

Sin embargo, el modelo presta atención exclusivamente a los aspectos conceptuales y deja de lado a los aspectos procedimentales y axiológicos, no por ello deja de transmitir una determinada imagen de lo que es la ciencia y de cómo se forman los conocimientos científicos, pero de esta forma el modelo propuesto por Ausubel y Novak se muestra incapaz de lograr una apropiación de los conceptos realmente significativa y además contribuye a las visiones deformadas y empobrecidas que los alumnos adquieren sobre el trabajo científico.

Se abre paso así al consenso constructivista que, constituye una concepción del proceso didáctico centrada en la tendencia sociocultural y la visión del carácter complejo y plural del saber científico.

Según Resnick (1983) y Driver (1988) los principios básicos en los que se sustenta el consenso constructivista del aprendizaje son los siguientes:

- ◆ El proceso del aprendizaje consiste en la construcción activa de significados por parte de quién aprende.
- ◆ La comprensión supone establecer relaciones.
- ◆ Todo aprendizaje está directamente influido por el bagaje de conocimientos previos del estudiante.
- ◆ Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

Se han detectado tendencias con relación a las estrategias de enseñanza de corte constructivista. Algunos autores son partidarios de la estrategia del cambio conceptual que consiste básicamente en la identificación de las ideas que ya

poseen los alumnos y la creación de conflictos cognoscitivos que generen insatisfacción de los estudiantes hacia ellas.

Se sustenta el criterio de Oliva (1999) de que los indudables progresos logrados con la estrategia de cambio conceptual resultaban todavía insuficientes, por ejemplo se pone el acento casi exclusivo en las ideas que poseen los alumnos y su modificación no se toman en consideración las formas de razonamiento de ellos propiciando con ello el reduccionismo conceptual, es necesaria una mayor insistencia en que el cambio conceptual comporta un cambio metodológico y a la vez un cambio actitudinal por lo que las estrategias de enseñanza han de incluir actividades que asocien el cambio conceptual con la práctica de la metodología científica.

Por otra parte, como señalan Carrascosa (1991) hacer que los alumnos expliciten y afiancen sus ideas para después cuestionarlas aleja al estudiante del proceso de formación científica que pretenda una visión socialmente contextualizada de la ciencia, no se investiga para confrontar ideas o para producir cambios conceptuales sino para resolver problemas de interés, tomar decisiones y actuar consecuentemente.

Las críticas que se han planteado a esta tendencia, han dado lugar a una nueva tendencia, la del tratamiento científico de situaciones problemáticas abiertas. Según la explicación dada a este fenómeno por Gil y Carrascosa (1993), esto sucede porque el

aprendizaje de las ciencias no puede ser entendido únicamente como un proceso de cambio conceptual, sino que debe ocurrir, al mismo tiempo, como cambio metodológico y actitudinal; lo que significa que no será posible transformar las concepciones espontáneas de los alumnos, si no se logra junto con ello, modificar los procedimientos mediante los cuales se obtienen dichas ideas y se adquieren las certezas de su validez.

En el mismo sentido Gil (2000) señala que para lograr un aprendizaje de las ciencias que permita ir más allá del mero conocimiento académico de la ciencia y la tecnología, preocupándose por los problemas sociales relacionados con lo científico y tecnológico favoreciendo la construcción de actitudes, valores y normas de conducta en relación con estas cuestiones y atendiendo a la formación del alumnado para tomar decisiones con fundamento y actuar responsablemente individual y colectivamente en la sociedad, la enseñanza de esta debe organizarse introduciendo la metodología de la investigación científica como forma de actividad a la vez más creativa y más rigurosa, que pone en cuestión las certezas del sentido común, imaginando nuevas posibilidades a título de hipótesis y sometiendo las mismas a contrastación en condiciones controladas. Se trata del modelo de resolución de problemas como investigación (Ramírez y Gil,1994) que se caracteriza por el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés para los alumnos a través de las cuales ellos puedan explicitar sus conocimientos (anexo # 2).

Las situaciones problemáticas en el trabajo científico en equipo y la interacción entre los equipos, constituyen elementos esenciales de una orientación socializadora necesarias para desarrollar un proceso de formación científica que pretenda una visión socialmente contextualizada de la ciencia, definido como un proceso donde se lleva a cabo una mejor comprensión de la ciencia y la tecnología en su contexto social, abarcando las relaciones mutuas entre el desarrollo científico tecnológico y los procesos sociales favoreciendo la construcción de valores y normas de conductas en relación con estas cuestiones y donde se atiende la formación del alumnado en la toma de decisiones con fundamento y la actuación responsable individual y colectivamente en la sociedad (López Cerezo, 1995).

## **1.2 Posición ante las críticas que se le hacen al constructivismo en didáctica de las ciencias.**

Existen opiniones, como la del investigador Tobin (1991), que considera el consenso constructivista como la contribución más relevante de las últimas décadas al proceso de formación científica, sin embargo, en la década del 90 se comienza a cuestionar los planteamientos constructivistas en el proceso de formación científica (Suchting, 1992 y Solomon, 1994).

Se trata de un debate que afecta al estatus científico de la didáctica de las ciencias y a la orientación de la enseñanza. Un debate al que vienen prestándole especial atención en las investigaciones los doctores. Pablo Valdés, Daniel Gil, Amparo Vilches y Joaquín Martínez Torregrosa.

La crítica realizada por Suchting (1992) al constructivismo en el proceso de formación científica la hace basándose en los trabajos de Ernst von Glasersfeld, (constructivismo filosófico) y lo que se conoce como consenso constructivista en la didáctica de las ciencias tiene un origen específico y absolutamente independiente del constructivismo filosófico, psicológico o artístico. Ha sido el resultado de numerosas investigaciones sobre múltiples aspectos del proceso de formación científica: desde el aprendizaje de conceptos, la resolución de problemas o los trabajos prácticos, a la evaluación o las actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias que como muestran los referentes clásicos de Viennot (1976); Driver y Easley (1978), se iniciaron en busca de soluciones para los pobres resultados proporcionados por las estrategias de transmisión-recepción de conocimientos.

En este sentido se han venido conformando cuerpos de conocimientos que apuntan a la necesidad de implicar a los alumnos en la (re)construcción del conocimiento científico, hablándose así de “producción” (Furió y Gil 1978), “generación” (Osborne y Wittrock 1983) o “construcción de conocimiento”(Resnick 1983).

La crítica realizada por Salomón (1994) es de otra naturaleza, relevante investigadora en el campo de la didáctica de las ciencias, reconoce que los planteamientos

constructivistas en este campo tienen su origen en problemas relativos al proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, pero que afirma que lo que se consideraba el cuerpo teórico de estos planteamientos, había sido escrito por George Kelly cerca de 30 años antes, es necesario aclarar que Salomón no se refiere a que los trabajos de Kelly (psicólogo que estudio pacientes esquizofrénicos) apoyaban las nuevas ideas, sino que constituían su cuerpo teórico cayendo así en el error que niega la posibilidad de que la investigación en didáctica de las ciencias de lugar a un cuerpo específico de conocimientos.

Las críticas de Salomón se dirigen a las contribuciones de Kelly, el cual no trabaja en didáctica de las ciencias, la investigadora se centra en mostrar las limitaciones de la metáfora “Every man his own scientist” dando por supuesto que el constructivismo “se basaba en esencia, en la noción del estudiante como científico” estamos de acuerdo en que los alumnos por sí solos no pueden construir todos los conocimientos científicos. Lo que se conoce como planteamiento constructivista del aprendizaje de las ciencias responde a las características de una investigación orientada, un trabajo de investigación 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.

Entre la metáfora que concibe a los alumnos como simples receptores y la que ve en ellos investigadores autónomos, el consenso constructivista propone la de los alumnos como investigadores noveles la cual integra coherentemente las aportaciones de Vigotsky (1966) acerca de la zona de desarrollo próximo y el papel que en la educación desempeña la actividad (Danilov y Skatkin 1978; Leontiev 1981) y el apoyo de los adultos (Vigotsky 1966).

El constructivismo en didáctica de las ciencias es una propuesta que considera la participación activa de los estudiantes en la construcción de conocimientos y no la simple reconstrucción personal de conocimientos previamente elaborados, proporcionados por el profesor o el libro de texto.

### **1.3 Posibles Visiones deformadas acerca de la ciencia que inciden en el proceso de formación científica.**

Como lo confirman varias investigaciones realizadas (Gil, 1993; Hodson, 1993; Carrascosa, 1993; McComas, 1998; Fernández, 2000) la epistemología espontánea de los docentes incluye muchas distorsiones y reduccionismo adquirido acríticamente por impregnación social, lo que impide una correcta orientación de la enseñanza de las ciencias. Deformaciones que han ido consolidándose hasta convertirse en un estereotipo socialmente aceptado que el propio proceso de formación científica refuerza por acción u omisión.

Como causa generadora de un proceso de formación científica socialmente descontextualizado se destaca la ignorancia o tratamiento superficial de las complejas relaciones CTS: Por una parte se considera la tecnología como mera aplicación de los conocimientos científicos. Se coincide con Solbes y Vilches (1997 y 1998) cuando plantean que lo anterior es una exaltación simplista de la ciencia como factor absoluto de progreso, por otra parte, se da una tendencia a descargar sobre la ciencia y la tecnología la responsabilidad de la situación actual de deterioro creciente del planeta, coincidimos nuevamente con Solbes y Vilches(1998) en que es una simplificación en la que resulta fácil caer y que llega a afectar, incluso, a algunos libros de texto, estando de acuerdo con Acevedo (1998) en cuanto a que las críticas y las llamadas a la responsabilidad han de extenderse a todos.

Tenemos también que se incurre frecuentemente en visiones puramente operativistas, que ignoran completamente la contextualización de la actividad científica, se trata de visiones que contemplan a los científicos como seres especiales, genios solitarios. En este sentido podemos decir que la imagen descontextualizada se ve reforzada por las concepciones individualistas y elitistas de la ciencia (Carrascosa,1993).

Esta es, junto a la visión antes analizada una de las deformaciones más frecuentes señaladas en la bibliografía analizada y se presenta cuando en el proceso de formación científica se muestran los conocimientos científicos como obra de genios aislados, ignorándose el papel del trabajo colectivo, cuando se insiste explícitamente en que el

trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas, con claras discriminaciones de naturaleza social y sexual.

Una tercera deformación se da cuando la actividad científica se asocia casi exclusivamente con ese trabajo en el laboratorio, donde el científico experimenta y observa en busca del descubrimiento, olvidando el papel esencial de la hipótesis como focalizadora de la investigación y de las teorías, que orientan todo el proceso. Se transmite así una visión empiro-inductivista y ateorica (Catalán, 1996).

Otra deformación señalada por Catalán (1996) es la relacionada con una visión rígida, algorítmica, infalible que se caracteriza por presentar el método científico como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, rechazando todo lo que sea invención, creatividad y duda. Consideramos que la concepción algorítmica así como la empiro-inductivista se mantendrán en la misma medida en que el conocimiento científico se transmita en forma acabada para su simple recepción.

Por la misma razón considera Vilches (1999) se incurre en una visión aproblemática y ahistórica de la actividad científica, el transmitir conocimientos ya elaborados conduce a menudo a no mostrar cuáles fueron los problemas que generaron su construcción, cuál ha sido su evolución, las dificultades y las limitaciones del conocimiento científico actual o las perspectivas abiertas.

Se presenta a menudo en el proceso de formación científica una visión exclusivamente analítica de las ciencias que se caracteriza por introducir simplificaciones del conocimiento científico algo en lo que se está de acuerdo por que es necesario una parcelación inicial de los conocimientos ya que no es posible transmitir todo el conocimiento científico debido al desarrollo acelerado de las sociedades modernas, sino que es más objetivo dotarlo de conocimientos básicos que les permita actuar y tomar decisiones aceptadas en situaciones socialmente contextualizadas, pero, la dificultad está en que



después no se realizan esfuerzos por unificarlos y construir cuerpos de conocimientos cada vez más amplios, ni por tratar problemas que pueden constituir puentes entre distintos cuerpos de conocimientos. Muy a menudo se incurre también en lo contrario que es presentar la unidad de la materia como lo primario como punto de partida olvidándose que el establecimiento de dicha unidad constituye una conquista reciente y nada fácil de la ciencia (Gil, 1991).

Se suele contribuir a una visión acumulativa, de crecimiento lineal de la ciencia cuando se presentan las teorías hoy aceptadas sin mostrar el proceso de su establecimiento, ni referirse a las frecuentes luchas entre teorías rivales, ni a los complejos procesos de cambio, que incluyen auténticas revoluciones científicas. Esto constituye una deformación adquirida acríticamente por omisión de un tratamiento aceptado de la naturaleza de las ciencias y del trabajo científico (Fernández, 2000).

Estas son, en síntesis las deformaciones que hemos visto tratadas en la literatura, debemos aclarar que estas deformaciones aparecen asociadas entre sí, como expresión de una imagen ingenua de la ciencia que se ha ido decantando, pasando a ser socialmente aceptada, que la formación científica debe ayudar a transformar.

#### 1.4 Carácter necesario y formativo del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.

En los orígenes del enfoque CTS han coexistido diversas concepciones provenientes de diferentes campos, desde el campo de la investigación, desde el de las políticas públicas y el de la educación que no obstante tienen en común la pretensión de comprender mejor la dimensión social y organizativa de la ciencia y la tecnología (Sanmartín y Luján, 1992). En el campo de la educación surge como respuesta a la crisis que se manifiesta en la educación en ciencia y tecnología tanto en el carácter y estilo de la misma como en sus contenidos temáticos. Así pues, en el ámbito educativo, el enfoque CTS es una innovación destinada a promover fundamentalmente: La alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía, el interés por la ciencia y la tecnología en los

estudiantes y la contextualización social de los estudios científicos a través de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

El enfoque CTS ha emergido en la educación en este ambiente social como una propuesta educativa innovadora (Acevedo, 1996, 1997, Vázquez, 1999), de carácter general, para proporcionar a la formación científica una determinada visión centrada en la formación de valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad (y viceversa). Desde este punto de vista, CTS es una opción educativa transversal (Acevedo, 1996), que da prioridad, sobre todo, a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas).

Desde esta perspectiva el enfoque CTS no se ha limitado a una ciencia en específico sino que ha impregnado transversalmente diversas áreas de conocimientos. Las investigaciones que en este sentido se han realizado han puesto en claro la necesidad de diferenciar los enfoques CTS en los diferentes objetos de estudio de la ciencia. De esta forma tenemos:

- ◆ Los enfoques CTS desde la enseñanza de la Filosofía o la Sociología.
- ◆ Los enfoques CTS desde la enseñanza de las Ciencias Naturales.
- ◆ Los enfoques CTS desde la enseñanza de la Tecnología.

Según Acevedo (1997) esta distinción es necesaria porque, aunque contengan elementos comunes, es muy probable que en cada caso no se esté hablando exactamente de lo mismo. Así, por ejemplo, en los casos que nos ocupan, las disciplinas de Química, Biología y Geografía que pertenecen a las Ciencias Naturales, han hecho más hincapié en el enfoque CTS desde una óptica científica: naturaleza de la ciencia, relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y relaciones entre ciencia y tecnología (CT).

Vilches, (1993); Solbes y Vilches, (1995) manifiestan que la inclusión del enfoque CTS para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia en el proceso de formación científica de las ciencias naturales tiene gran significado, ya que implican una profundización en el conocimiento científico(p.ej., en los valores propios y contextuales de la ciencia y la

tecnología) de gran importancia para la preparación de futuros profesionales de la ciencia.

Le asiste a Acevedo (2000) toda la razón cuando plantea que el enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias puede contribuir mejor a la adquisición de las

capacidades generales, así como facilitar también la consecución de los objetivos generales propios del área de Ciencias Naturales. Incrementando la comprensión de los conocimientos científicos y tecnológicos, así como sus relaciones y diferencias.

Potenciar los valores propios de la ciencia y la tecnología para poder entender mejor lo que éstas pueden aportar a la sociedad, prestando también especial atención a los aspectos éticos necesarios para su uso más responsable. es a juicio de Martínez Lugo (1999) una de las posibilidades del enfoque CTS en el proceso de formación de las Ciencias Naturales.

Los contenidos que muestran las interacciones CTS no solo pueden constituir una ayuda para conseguir valores más positivos hacia la ciencia y su aprendizaje por su carácter motivador (Furió y Vilches, 1997; Solbes y Vilches, 1989; Yager, 1990), sino que, además, formará una visión más próxima a la realidad actual de la ciencia, la tecnología y la tecnociencia, así como del trabajo científico y tecnológico (Acevedo, 2000, Solbes y Vilches, 2000, Manassero y Vázquez, 2000).

Un criterio importante es el de Núñez (1999). Quien reconoce que el estudio socialmente contextualizado de la ciencia favorece una comprensión más profunda de la naturaleza compleja y multifactorial de esta, que va enfocada contra el mito de la ciencia como actividad puramente racional, objetiva,

imparcial y acumulativa y contra el mito de los científicos como genios que dotados únicamente de una poderosa racionalidad actúan siempre por el solo interés de llegar a la verdad objetiva; Para realzar la imagen de la ciencia como un hecho social.

Gil (2001) plantea que desde las propuestas CTS, contextualización de las ciencias significa estudiar ciencia en su contexto histórico –social, develando las múltiples

interacciones que se establecen, tales como: influencia de la ciencia en la historia cultural, economía, social; sus implicaciones para la vida de los hombres y para su entorno natural, así como las implicaciones de los factores sociales en el desarrollo de las ciencias.

Se considera por Gil (1995) que el enfoque CTS posee ventajas de tipo pedagógico efectivas para el aprendizaje al favorecer la participación activa y socializada del alumno en su aprendizaje, evitar situaciones parceladas y señalar la importancia de algunos factores ambientales que influyen de manera preponderante en el aprendizaje de las ciencias concebido como investigación, tales como el clima en que se desenvuelve el trabajo científico, la atención a los aspectos afectivos. Esto implica que los estudiantes experimenten una libertad de acción tal, que les permita realizar con tranquilidad sus actividades de aprendizaje, que la actividad sea el resultado de un trabajo interesante, que las relaciones profesor - estudiante y estudiantes entre sí se caractericen por la cordialidad y aceptación mutua tan importante para realizar investigación colectiva.

Vigotsky le da una connotación especial al aspecto social del aprendizaje y, por consiguiente, a la comunicación que se establece entre los sujetos que interactúan. Según el enfoque creado por él, los saberes no son únicos ni aislados, sino que en el diseño del proceso docente educativo hay que considerar todo el historial de conocimientos que poseen los alumnos para formar los nuevos conocimientos sobre esa base, esto tiene una

gran implicación metodológica, a la hora de tratar los contenidos científicos desde un enfoque CTS para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia.

CTS como propuesta educativa general constituye un nuevo planteamiento radical del curriculum en todos los niveles de enseñanza, con la principal finalidad de dar una formación en conocimientos y, especialmente, en valores que favorezca la

participación ciudadana responsable y democrática en la evaluación y el control de las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología (Waks, 1996).

**Se reconoce que la enseñanza de las ciencias sin considerar sus implicaciones sociales no tiene mucho significado para los estudiantes. Se comprende, de esta forma, por qué la idea de que los aspectos tecnológicos, históricos, sociales y medio ambientales no sean tratados en las clases de ciencias naturales, hoy día está siendo revisada y, más aún, se recomienda incorporar estas dimensiones a los contenidos normales de los cursos a fin de que contribuyan a configurar cuerpos coherentes de conocimientos (Acevedo 2000).**

Si la formación científica en el nivel medio tiene como finalidad formar ciudadanos de una sociedad cada vez más impregnada de la ciencia y la tecnología entonces, la comprensión de las interacciones C/T/S se convierten en un aspecto esencial en el proceso de formación de los profesores de Ciencias Naturales, particularmente, si se espera que en el futuro ellos puedan alfabetizar científica y tecnológicamente a sus estudiantes, aumentar el interés por la ciencia y la tecnología y lograr la contextualización social de los estudios científicos.

### **1.5 Situación del proceso de formación científica en la formación de profesores en el ámbito mundial.**

La formación de profesorado de ciencia se realiza de formas muy diversas en el área iberoamericana (Furió y Gil, 1994). Nos encontramos así con países

como Argentina, donde dicha formación se realiza, todavía mayoritariamente en instituciones no universitarias.

En otros países los profesores se forman en instituciones universitarias específicas, como la Universidad Pedagógica Nacional en Colombia. La situación más común, sin embargo, tanto en el área de Iberoamérica como en Francia, EE.UU, Inglaterra,

Canadá, Italia, Suiza, Holanda, Bélgica, etc consiste en una preparación científica en las facultades ordinarias, con algunos complementos de formación profesional docente (Furió y Garrett 1999). En investigaciones realizadas por McDermott en universidades de EE.UU describe la formación actual de los profesores de cualquier materia como una suma de contenidos científicos, impartidos por los departamentos de ciencias correspondientes y de cursos de educación, que constituyen, en las universidades americanas la parte fundamental de la preparación del profesorado.

En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe los profesores de ciencia reciben dos formaciones paralelas, yuxtapuesta una formación en la especialidad disciplinar y una formación llamada pedagógica o general, ambas formaciones son brindadas sin ninguna conexión entre sí y de ellas la formación científica en las disciplinas a fin con su profesión se caracteriza por:

- ◆ Un formato expositivo de las clases que estimula un aprendizaje pasivo; los futuros profesores son acostumbrados a la recepción de conocimientos lo que ayuda a generarlo en sus estudiantes.
- ◆ Las prácticas de laboratorio se limitan a un proceso de verificación, que no contribuye a la comprensión de la actividad científica.
- ◆ La amplitud del currículo abordado y el escaso tiempo que se le dedica a los distintos temas impide el tratamiento de aspectos como las interacciones CTS esenciales para dar una imagen socialmente contextualizada de las ciencias.

En el ámbito mundial se reclama una formación inicial y permanente de los profesores que sea capaz de conectar con sus creencias epistemológicas, intereses y actitudes hacia el enfoque CTS en su formación científica que cumpla con las finalidades de la

educación y con la práctica en el aula. No obstante según Acevedo (1996) y (2001) suele haber un abismo entre lo que se pretende con la formación del profesor y lo que en realidad se hace en las instituciones, esto

puesto de relieve por la investigación didáctica (Furió, 1994; Menbiela, 1995) destaca varios obstáculos, algunos de ellos se refieren a problemas relacionados con los profesores encargados de llevar a cabo este proceso, su formación básicamente disciplinar para abordar algo que es sobre todo multidisciplinar, sus concepciones y creencias acerca de la naturaleza de la ciencia tanto en los aspectos epistemológicos como en los sociológicos y un cierto temor a perder su identidad profesional. Además de otras resistencias comunes a todas las innovaciones educativas debido al carácter generalmente conservador de los sistemas educativos.

Como consecuencia de la generalmente escasa y a menudo obsoleta formación inicial que hasta ahora ha venido recibiendo el profesorado en el campo CTS, Acevedo(1994) reclama la urgente incorporación del enfoque CTS a los planes de formación inicial y permanente del profesorado.

Esta es también una necesidad asumida internacionalmente desde hace años. En efecto, en las conclusiones del 4º Simposio Internacional sobre tendencias mundiales de la Educación en Ciencia y Tecnología, celebrado en 1987 en el IPN de Kiel (Alemania) y organizado por la International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), ya se recomendaba garantizar que el enfoque CTS formara parte de los cursos de ciencias e ingenierías de la enseñanza universitaria, en general, y de los que se destinaran a la formación de profesores de ciencia y tecnología en particular (Hofstein, Aikenhead y Riquarts,1988).

1.6 Situación del proceso de formación científica en la formación de profesores en Cuba.

**En el caso de Cuba la formación de profesores se lleva acabo en los Institutos Superiores Pedagógicos los cuales tienen la misión de garantizar la calidad de la educación en el país, mediante la formación de profesionales, capaces de formar a**

las nuevas generaciones y a todo el pueblo en la concepción científica del mundo, desarrollar en toda su plenitud humana las capacidades intelectuales, físicas y espirituales del individuo y fomentar en él, elevados sentimientos y gustos estéticos, convertir los principios ideológicos y morales comunistas en convicciones personales y hábitos de conducta diaria. (Primer Congreso del PCC, 1975).

En el año 1976 se realizó una transformación educacional en el país; se creó el Ministerio de Educación Superior (MES) y los Institutos Pedagógicos se convirtieron en centros docentes de la Educación Superior, Consecuentemente surgió un nuevo plan de estudio denominado "A", que aumentó el propósito general de estas instituciones, el contenido de este plan proporcionó una información científica de mayor nivel y un incremento en las disciplinas que se impartían en las carreras de Química, Biología y Geografía. Asimismo se inició el trabajo científico de los estudiantes.

En 1979 se creó en el MINED la comisión nacional de perfeccionamiento, con el objetivo de elaborar un nuevo plan de estudio, que se denominó "B" en el cual se incrementaron las asignaturas y su contenido científico informativo se amplió aún más en las tres carreras. En 1982 comenzaron investigaciones para validar la efectividad del plan "B" que permitieron detectar insuficiencias en el desarrollo del proceso docente educativo, el cual se centraba en una enseñanza basada en el método tradicional donde el estudiante se educa para transmitir valores y conocimientos preestablecidos.

Haciendo un resumen parcial del proceso de formación científica en, los planes A y B de las tres carreras, podemos decir que, se desconoce la metodología para la aplicación del método científico a la solución de los problemas de la enseñanza, la formación científica se caracteriza en el plan A por una enseñanza fragmentaria, atomizada. El plan B aumenta la información científica en cantidad y profundidad



respecto al A pero continúa basado en una enseñanza donde el profesor transmite toda la información y el estudiante receptiona de forma pasiva.

Los resultados de las investigaciones, en especial la de perfeccionamiento de planes y programas, permitió diagnosticar y pronosticar e impartir un nuevo plan de estudio y programas, el plan "C". En este plan de estudio se han producido una serie de transformaciones de acuerdo a las exigencias de este momento histórico, que hacen imprescindible un cambio en las concepciones existentes sobre los procesos de formación de profesores; como respuestas a los rasgos derivados del proceso científico tecnológico y sus urgencias en el terreno formativo, que llevan a entender la formación científica del educando como una estrategia necesaria para acelerar el progreso de la sociedad, lo que requiere una ruptura con el método tradicional.

Sin embargo éstas transformaciones no encuentran realización en la práctica docente. Se observa muchas veces una falta de correlación entre el discurso teórico, que propone un proceso de enseñanza basado en modernas teorías y las "formas" con las que el profesor de un nivel superior encara la enseñanza de los distintos contenidos de su especialidad.

En este sentido Martínez (2000) menciona tres problemas comunes a las Ciencias Naturales:

- 1.La concepción de ciencia que tienen los profesores de las disciplinas de Ciencias Naturales.
- 2.La actualización respecto a los avances de la ciencia llevada efectivamente a las clases.
- 3.La utilización del componente experimental.

En el caso del primer problema los docentes actúan siguiendo principios teóricos elaborados a partir de su formación y de la experiencia diaria, siendo éstos

fundamentos de su práctica. Las ideas que los docentes posean acerca de la ciencia en general y de su disciplina en particular, tienen una gran influencia en su modo de trabajo en el aula. Investigaciones realizadas por (Valdés, 2000; Morales, 2001) dan como resultado una insuficiente preparación de los docentes en aquellos aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia y su epistemología, así como de la Filosofía y la Sociología de la Ciencia.

Tratando el segundo problema una de las críticas que podríamos mencionar respecto a la formación de profesores de ciencias naturales es que aún no se ha orientado hacia la comprensión de los problemas y necesidades sociales de este siglo. Si bien esos contenidos aparecen en los planes de estudio de la formación docente, no siempre son tratados con suficiente profundidad sobre todo en aspectos ligados con la enseñanza de los mismos.

Con respecto al 3er problema las actividades prácticas se convierten en tradicionales trabajos prácticos de laboratorio que promueven un reducido número de procedimientos científicos como la observación, el desarrollo de técnicas y la verificación de leyes y teorías.

Desde este tipo de formación tradicional, resulta difícil lograr que los futuros profesores puedan:

- ◆ Desarrollar una actitud crítica, activa y responsable ante los grandes problemas planteados actualmente entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.
- ◆ Valorar el conocimiento científico como un proceso de construcción social en evolución y en revisión continua, que responde a las características y necesidades de la sociedad en un determinado momento histórico.

### **1.7 Caracterización del estado actual de la formación científica en el proceso de formación de profesores de las carreras de Química, Biología, y Geografía en el ISP “Rafael M de Mendive”.**

El análisis de los documentos curriculares de las carreras de Química, Biología y Geografía: modelo del profesional, plan de estudio, programas de la disciplina y asignaturas nos permiten constatar las dificultades siguientes en relación con el proceso de formación científica:

- ◆ En el modelo del profesional no se declara el problema de la carrera, el cual es básico para determinar los problemas de las disciplinas, resultando que no existe claridad de la necesidad social de aprendizaje de los estudiantes imposibilitando su valoración adecuada, además, el problema debe ser el punto de partida para la determinación de las necesidades de formación de los profesores esencialmente orientadas hacia un mejoramiento de los conocimientos científicos, indispensables para enseñar en sus clases.
- ◆ En el modelo aparecen las cualidades que deben poseer los estudiantes, en cuanto a la concepción científica del mundo pero en un plano muy general, están relacionadas con los contenidos conceptuales, pero los contenidos procedimentales y actitudinales que deben caracterizar al profesor de estas ciencias no aparecen claramente determinados.
- ◆ En el modelo aparecen los objetivos generales y los objetivos por año pero estos se caracterizan por ser muy generales y con respecto al campo que nos ocupa no hay referencia directa y explícita del mismo.
- ◆ El contenido se mantiene centrado en los conocimientos instructivos.
- ◆ Los estudiantes no han recibido una formación específica desde un enfoque CTS, porque no se contempla en los planes de estudios vigentes.
- ◆ No se toman en consideración los puntos de vista histórico, sociológico, la comprensión de la filosofía de las ciencias y las relaciones CTS para así situar la ciencia en su contexto.
- ◆ Las creencias de los estudiantes con respecto a los temas CTS no se han configurado a partir de un curriculum escolar formal que aborde directa y

explícitamente la formación CTS por lo que dichas creencias han quedado en manos del curriculum oculto sin planificar o en creencias del profesor implícitamente transmitidas.

Los programas y textos utilizados en las tres carreras presentan las siguientes dificultades:

- Se ha confirmado con el análisis de textos que se utilizan para la enseñanza científica que la mayoría de los autores poseen una imagen de la ciencia empirista, operativa y acumulativa que no tiene en cuenta aspectos cualitativos y humanísticos.
- Cuando se introducen los conceptos no se hace a partir de la necesidad de resolver una situación práctica conectada a la experiencia de los alumnos.
- No se muestra conexión entre los contenidos conceptuales y los aspectos históricos que lo contextualizan.
- Las aplicaciones aparecen después de introducir los conceptos para resaltar su importancia práctica de esta forma se reafirma la concepción de considerar a la tecnología como ciencia aplicada y por tanto subordinada y dependiente de la ciencia.
- En los programas de las tres carreras se ha tomado como prioridad atribuirle gran importancia a la necesidad de contextualizar el conocimiento científico que se transmite en el proceso docente educativo, en este sentido, cada carrera se ha centrado en problemas relacionados específicamente con un área de formación determinada (ej. Biología área de formación sexual y para la salud). Desde el análisis de estos problemas han sido tratados de forma parcial los contenidos CTS, es decir, no están representados en forma total, sistemática e integradora todos los aspectos fundamentales necesarios para implementar un enfoque CTS.

- Programas que no promueven la actividad de los estudiantes, cuyos objetivos se orientan principalmente hacia la información verbal y la memorización y las aplicaciones al contexto social y profesional se presentan de forma atomizada y no sistemáticas.

Derivadas de las encuestas a profesores (anexo # 3) y estudiantes (anexo # 4), así como, la observación a diferentes clases (guía de observación anexo # 5) de las tres carreras detectamos las siguientes dificultades.

Información que derivó de los resultados de la encuesta a profesores. (Anexo # 6):

- ◆ Los profesores no poseen una noción clara y precisa de lo que consideran ciencia ya que en las respuestas dadas en el primer ítem plantean que es un conocimiento exacto y razonado de ciertas cosas, que es un sistema de conocimientos. Un acuerdo mayor aún existe cuando en el 2do ítem un 75% de los docentes reconocen que la elaboración del conocimiento científico se basa en la racionalidad, es decir, en la experimentación y el descubrimiento de leyes, lo que evidencia el consenso existente alrededor de ideas propias de la visión positivistas.
- ◆ Existe la consideración de la tecnología como ciencia aplicada y, por tanto, subordinada y dependiente de esta.
- ◆ Los profesores al tratar un problema científico se centran mucho más sobre los conceptos, las teorías y los procedimientos de la ciencia que sobre su construcción, evitan el tratamiento de situaciones controvertidas que propicien el desarrollo de la capacidad valorativa en los estudiantes, transmitiendo así una concepción inadecuada e incompleta sobre su disciplina.
- ◆ Las ideas con mayor preferencia en el ítem 5 y que más veces fueron referidas en los cinco primeros niveles muestran la importancia que los profesores le conceden a la contextualización social de los conocimientos para aumentar el interés de los estudiantes por el estudio de las ciencias.

- ◆ La forma en que frecuentemente los profesores muestran la historia de la ciencia y la tecnología no permite asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción y con la evolución de dichos conocimientos, ni permite la comprensión de la unidad que existe entre las actividades científicas y tecnológicas para forjar una conciencia acerca de la responsabilidad social que tienen los hombres en cuanto a la labor que realizan y sus consecuencias.
- ◆ Los profesores plantean que están de acuerdo con incluir el enfoque CTS, cuando dan sus razones plantean que relacionan la ciencia con la vida, son motivadoras e interesantes, puede apreciarse la vaga noción que poseen de las complejas y múltiples interacciones entre ciencia tecnología y sociedad.
- ◆ El 75% de los profesores plantean que las relaciones CTS ya están incluidas cuando introducen una situación problémica y se les plantea a los alumnos cual es el interés de la misma, aunque esto es necesario para que las actividades que se realizan en el aula incluyan aspectos CTS no es suficiente porque no cubren todos los objetivos que persigue el enfoque CTS en el proceso de formación científica.
- ◆ El 66.6% reconocen no poseer dominio de métodos eficaces para contribuir a la formación de una visión socialmente contextualizada de la ciencia en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS en sus clases.

Información que derivó de los resultados de la encuesta a estudiantes. (Anexo # 7):

- ◆ La idea de los estudiantes en cuanto lo que consideran que es ciencia está fuertemente marcada por la visión positivista en lo referido a origen empírico carácter absoluto, objetivo y verdadero de la misma.
- ◆ La idea de la relación ciencia sociedad esta centrada en reconocer la importancia social creciente de la ciencia y de sus impactos, pero presentan falta de claridad y

vacilaciones al precisar como ocurren estos y al valorar su verdadero significado para la vida humana. Lo anterior evidencia que no existe una clara comprensión de la complejidad del problema relacionado con el rol y el impacto social de la ciencia y la tecnología.

- ◆ Los estudiantes no tienen una opinión claramente definida, ni a favor ni en contra, sobre si los aspectos sociales influyen o no en el trabajo de los científicos y en sus descubrimientos.
- ◆ Entre las cualidades que más prevalecen como cualidades de los científicos, están las de considerar que deben poseer inteligencia y capacidades excepcionales, que no tienen por qué ser hombres, aunque la gran mayoría lo son. Lo anterior evidencia el carácter elitista que le dan al trabajo científico.
- ◆ En cuanto al vínculo ciencia tecnología la totalidad de los estudiantes reconoce que existe esta relación, pero un por ciento considerado de ellos (82.35%) plantean que la tecnología está ligada al hacer y la ciencia al conocer se manifiesta entonces que prevalece el criterio de considerar la tecnología como ciencia aplicada.
- ◆ La totalidad de los estudiantes están de acuerdo en que el proceso de desarrollo de la ciencia es acumulativo por lo que presentan una inadecuada concepción sobre la validez y fiabilidad del conocimiento científico, sobre cómo se construye y cómo evoluciona la ciencia.

Información que derivó de la observación a 20 clases:

- Los métodos que se emplean no logran acercar el accionar estratégico al fin que se persigue, la formación de una visión socialmente contextualizada de la ciencia en nuestros estudiantes:
- ◆ En catorce de estas clases (70%) los métodos empleados aún se centran en la dimensión instructiva, donde se exige por los profesores una postura pasiva de los estudiantes (meros receptores de información).

- ◆ En una sola de las clases observadas se concibió la búsqueda de la información por los estudiantes desde fuentes alternativas y demás medios audiovisuales.
  - ◆ Apenas en tres clases el profesor contextualizó lo que teóricamente se abordaba en ellas.
  - ◆ En dos de las clases los profesores concibieron situaciones que generaban contradicciones con el sistema conceptual precedente de sus estudiantes, aunque estos (los profesores) se encargaban durante la actividad de solucionar dicha contradicción.
- Los profesores son conscientes de la importancia de una contextualización social de la ciencia, sin embargo, existe:
- ◆ Escasísima referencia a las cuestiones de historia social de la ciencia que permitan comprender el condicionamiento social del conocimiento científico.
  - ◆ Tratamiento operativo, matematizado y mecánico de los conocimientos.
  - ◆ Las tareas propuestas en los libros de texto y utilizadas en la práctica de la enseñanza son predominantemente reproductivas.
  - ◆ Escaso análisis de las complejas interacciones ciencia-tecnología-sociedad.
  - ◆ Escaso tratamiento educativo del conocimiento científico.
  - ◆ Imagen descontextualizada de los científicos y de su labor investigativa.
  - ◆ Identificación de la ciencia con sus resultados.
  - ◆ Separación del conocimiento científico del contexto social y profesional.
  - ◆ Reducción de los problemas cognoscitivos de la ciencia con resonancia social a la cuestión medio ambiental.
- Existe la consideración por parte de los profesores de la importancia de la evaluación, sin embargo se utilizan formas de organización y evaluación de los contenidos que se enmarcan dentro del esquema tradicional de transmisión-recepción de la información.
- Ha aumentado la consideración del alumno como elemento personal activo del proceso docente educativo pero el profesor sigue siendo el centro de atención de dicho proceso.



- Predominio de una mentalidad disciplinar en la estructura de pensamiento de los profesores y estudiantes.

A pesar de las barreras que aún tenemos para desarrollar una visión socialmente contextualizada de la ciencia en el proceso de formación científica desde un enfoque Ciencia Tecnología Sociedad (CTS) como parte del proceso docente educativo, desde las instancias que analizamos existen condiciones favorables para resolver el problema que nos ocupa.

- ◆ El proceso de formación estructurado en cinco áreas de formación nos permite dirigir y organizar el trabajo específicamente en el área de formación de fundamentos científicos, en las tres carreras.
- ◆ La posibilidad de potenciar las dimensiones del proceso de formación científica específicamente la educativa.
- ◆ El contenido de la formación integral, conformado por las siguientes dimensiones: Patriótica, Jurídica, Estética, Laboral y Económica, Para la Salud y Sexual, Ambiental y Energética.
- ◆ La concepción del trabajo de laboratorio en la carrera de Química, donde las actividades prácticas tienen una concepción sistémica, centradas en la resolución de problemas prácticos que son coherentes con los modos de actuación de este profesional resultado de la investigación del Msc Sergio García.
- ◆ Prácticas de campo en la carrera de Geografía que da la posibilidad de contextualizar el conocimiento científico.
- ◆ En la carrera de Biología proyectos educativos sobre el programa de salud y sexual.
- ◆ El enfoque profesional que se le ha dado a la selección de los contenidos en las tres carreras.

Todas ellas constituyen espacios curriculares importantes para desarrollar una visión socialmente contextualizada de la ciencia en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS. La existencia de las dificultades antes mencionadas en el proceso de formación científica de las carreras de Química, Biología y Geografía y de las potencialidades existentes para desarrollar una visión socialmente contextualizada de la ciencia nos evidencia la necesidad de una transformación en este proceso. (Figura 1.1).

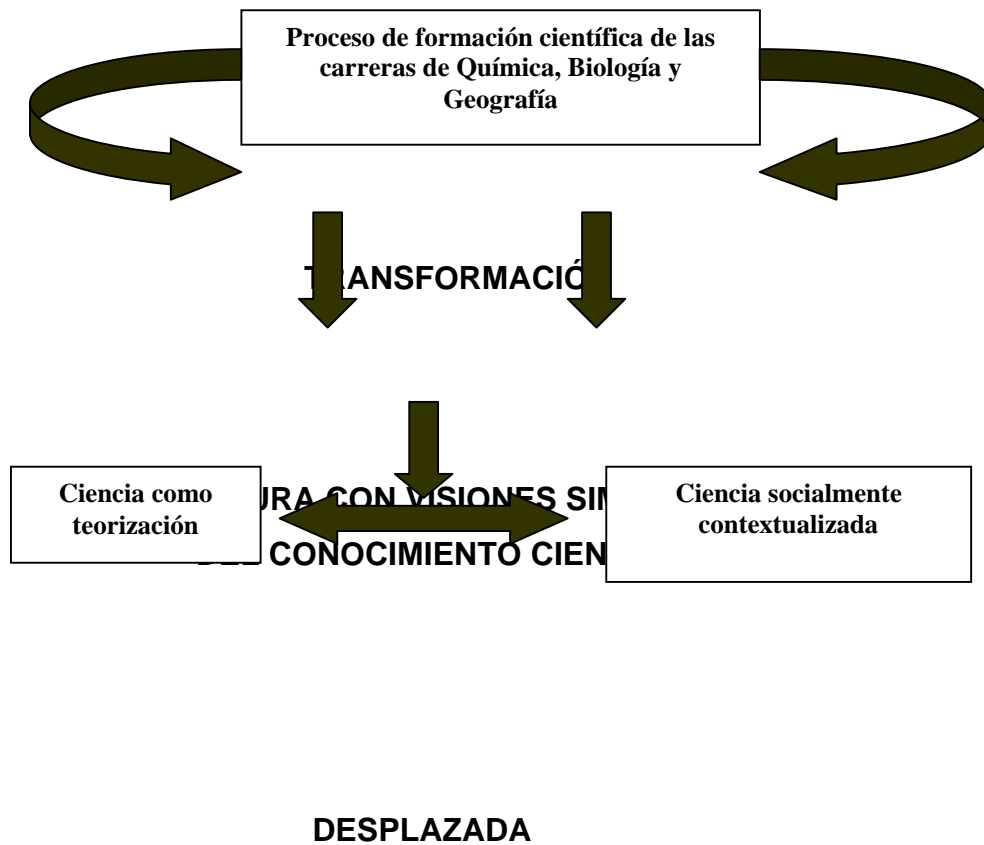


Figura 1.1 Esquema que representa la transformación del proceso de formación científica.

## **CAPÍTULO 2**

### **El proceso de formación científica desde un enfoque CTS en las carreras de Química, Biología y Geografía.**

Sobre la base de las condiciones descritas en el capítulo anterior del proceso de formación científica y la situación del mismo en las carreras de Química, Biología y Geografía. En este capítulo se fundamenta básicamente la propuesta de desarrollar el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.

#### **2.1 El área de formación de fundamentos científicos en el curriculum de formación de profesores de las carreras de Química, Biología y Geografía.**

Los Institutos Superiores Pedagógicos están dirigidos a resolver la problemática que se le plantea a estas instituciones: La formación de un profesional de la educación que responda al encargo social. El modelo del profesional de la educación, el cual se define como las metas a alcanzar por el profesional a partir de la apropiación del sistema de conocimientos, habilidades y valores en el proceso docente – educativo, conforma la imagen que se requiere formar para que el egresado actúe en un contexto socialmente determinado y constituye el origen de la confección del Plan de Estudio, y consecuentemente el resto de la planificación curricular. (Peña Villalobo, 1995).

Los objetivos del modelo del profesional de las carreras de Química, Biología, Geografía están dirigidos a lograr la formación integral de nuestros estudiantes para que después actúen consecuentemente. El proceso de formación esta estructurado en cinco áreas de formación con este mismo fin:

- 1- Área de formación general.
- 2- Área de formación de los fundamentos políticos e ideológicos.
- 3- Área de formación pedagógica.
- 4- Área de formación de los fundamentos metodológicos para la enseñanza.
  
- 5-Área de formación de los fundamentos científicos.

El modelo del profesional, se formula a partir de los problemas que debe resolver dicho estudiante una vez egresado (Álvarez, 1999) que en el caso de las carreras de Química,

Biología y Geografía no se declaran en el modelo del profesional. El objeto de trabajo de este licenciado es lograr la formación integral de los jóvenes en el nivel medio, con una sólida preparación político-ideológica y científica, portadores de los valores humanos y revolucionarios que requiere nuestra sociedad, poseedores de una cultura general integral con base humanista que les permita tomar decisiones sobre su vida futura en correspondencia con las necesidades sociales del país es decir prepararlos para la vida (Álvarez, 1999).

Para ello nuestros estudiantes deben estar preparados para asumir las intenciones de la formación integral básica de los adolescentes, la cual está recogida en el documento del MINED: “Precisiones para la dirección del proceso docente educativo de la Secundaria Básica (2000)”, en forma de cinco objetivos formativos generales del nivel y de seis áreas de la formación integral, que expresan el contenido de dichos objetivos:

- ◆ Educación patriótica, militar e internacionalista.
- ◆ Educación jurídica.
- ◆ Educación laboral y económica.
- ◆ Educación para la salud y sexual.
- ◆ Educación estética.
- ◆ Educación ambiental.

El área de formación de los fundamentos científicos presenta grandes potencialidades para lograr dicho objetivo por:

- Su contribución a la formación de convicciones que están en la base de la concepción científica del mundo mediante la apropiación, por parte de los estudiantes, del sistema de conceptos (conceptual), habilidades (procedimental) y valores (actitudinal) de la disciplina a través del estudio de los temas que se abordan en el programa de estudio para contribuir a desarrollar modos de actuación profesional tal y como la sociedad demanda encaminados a desarrollar una cultura general, básicamente orientada hacia, la protección del medio ambiente, de la salud, estética, laboral, jurídica y patriótica.
- Por las posibilidades que brinda de poder conectar el contenido curricular con la naturaleza de la ciencia, con la actividad científica, con la práctica cotidiana, con los

problemas sociales, con los cambios en la actividad científica tecnológica a los que asistimos en los últimos tiempos y su influencia en la sociedad y la cultura.

- Por la posibilidad que nos da de evitar visiones simplistas acerca de lo que han sido la ciencia, la tecnología y las conexiones entre ellas a lo largo de la historia y muy especialmente lo que es la actividad científico tecnológica en la actualidad.
- La posibilidad de situar el contenido en el contexto, relacionándolo con actividades profesionales y sociales de los alumnos.

Estas potencialidades no se han explotado al máximo y estos conocimientos y destrezas científicas y tecnológicas no se han articulado tradicionalmente con acercamiento que plantee su contextualización social.

Para lograr una formación científica socialmente contextualizada se debe tener en cuenta una serie de condiciones positivas que lo favorezca, estas se revelan como las características del proceso de formación científica:

- Evitar en el proceso de formación científica una enseñanza meramente informativa de la ciencia, mostrando desde su dimensión educativa una imagen

más contextualizada del conocimiento científico que favorezca una comprensión más adecuada de la naturaleza de las ciencias y de los vínculos de la ciencia y la tecnología con el entorno social.

- Un proceso de formación científica que se centre en una visión más humanizada de la ciencia, presentándola como una actividad humana de construcción, difusión y aplicación de conocimientos, inacabada y con limitaciones, que ejerce una potente influencia sobre nuestras vidas, pero sobre la cual también podemos influir con nuestras ideas, decisiones y actitudes(Núñez, 1999).

- Un proceso de formación científica que familiarice a los estudiantes con los métodos y formas de trabajo científico, lo que les permitirá comprender adecuadamente la naturaleza del proceso de construcción del conocimiento y asumir un rol protagónico en su propio aprendizaje(Vilches, 1995).
- Un proceso de formación científica que se desarrolle a partir del criterio interdisciplinario esencial del enfoque CTS como eje de integración fundamental en el área de conocimiento de las ciencias(Pozo,1999).
- Un proceso de formación científica donde se establezcan relaciones humanas de máxima comunicación a partir de crear un clima propio que favorezca las relaciones interpersonales que le permita al estudiante confrontar sus puntos de vistas y la imagen que tiene de sí mismo con la valoración de sus compañeros de clase.

Para definir estas características es necesario tener en cuenta una serie de componentes que son necesarios potenciar en el proceso de formación científica y que proponemos a partir de un enfoque CTS.

El significado del proceso de formación científica desde un enfoque CTS está, en tener en cuenta no solamente los aspectos intelectuales del conocimiento, sino también los temas relacionados con las implicaciones sociales de la ciencia, la ciencia como algo cercano a nuestra vida diaria, la historia y la filosofía de la ciencia y los métodos de la ciencia todos ellos vinculados a los sentimientos, los valores y las convicciones de los estudiantes (Acevedo, 2000).

En este sentido se esta de acuerdo con Morin (1999) en torno al pensamiento complejo como saber necesario para una educación del futuro. No obstante, queremos explorar una vía, que no está lejos de la de Morin, pero que guarda cierta especificidad con relación a la ciencia y la tecnología, aquella definida por los estudios en educación desde un enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

## **2.2 La formación científica desde un enfoque CTS como proceso y resultado.**

Para poder profundizar en dicho proceso formativo, hemos tenido en cuenta la Teoría de los Procesos Conscientes de Carlos Álvarez de Zayas (1999), para el cual el proceso formativo es aquel en el cual el hombre adquiere su plenitud, tanto desde el punto de vista educativo como instructivo y desarrollador planteando así que este proceso se proyecta en tres dimensiones, en tres procesos con fines distintos: El proceso educativo, el proceso desarrollador y el proceso instructivo, manifestándose en los tres sus funciones teniendo cada una de ellas su propia intención.

Consideramos que el proceso de formación científica en los estudiantes de 1er año de la carrera de Química, Biología y Geografía ocurre a través de las tres dimensiones o procesos formativos: el educativo, el instructivo y el desarrollador, teniendo en las tres una gran influencia el enfoque CTS:

**Educativa**, desarrollo de la capacidad valorativa, a través de las interacciones CTS, para temas científicos controvertidos públicos y políticos, locales o mundiales.

**Instructiva**, conocimientos para fines personales, profesionales, ciudadanos o culturales.

**Desarrolladora**, destrezas de aprendizaje, investigación científica y tecnológica para recoger información, resolver problemas y tomar decisiones.

Los tres procesos tienen personalidad propia pero los tres se desarrollan a la vez y se interrelacionan dialécticamente en un solo proceso integrador y totalizador.

De esta manera la formación científica desde un enfoque CTS se constituye en un proceso formativo dimensión del proceso de formación integral que se concreta en los procesos docentes educativos de las asignaturas que conforman el área de formación de los fundamentos científicos de las carreras de Química, Biología, Geografía (proceso formativo escolar que del modo más sistémico se dirige a la formación social de las nuevas generaciones y en él el estudiante se instruye y educa (Álvarez, 1999)).

Para darle cumplimiento a las funciones del proceso de formación científica desde un enfoque CTS en las Ciencias Naturales es necesario concebir el mismo dirigido en tres direcciones básicamente. Por direcciones de este proceso entendemos aquellos rumbos o vías en que se puede encausar el mismo y donde se proyectan las dimensiones, instructiva, desarrolladora y educativa del proceso.

### **1) Orientación sociocultural de la formación científica.**

Es importante destacar al menos 3 elementos en dicha orientación.

1.1 La atención a la naturaleza de la ciencia nos facilita tratar epistemológicamente las relaciones entre la ciencia y la tecnología, los rasgos personales, motivaciones e intereses de los científicos y los tecnólogos, las cuestiones filosóficas, históricas y sociales internas de la ciencia y la tecnología y la metodología científica,

explicando (salvando las distancias en cuanto al nivel de profundidad) problemas reales de las ciencias, donde se pueda analizar el papel de las teorías científicas y enseñar la construcción y constatación de hipótesis para resolver problemas.

1.2 La atención a las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad.

- En cuanto a las cuestiones sociales de la ciencia y la tecnología nos permite tratar, las influencias de la sociedad en la ciencia y la tecnología: efectos del ambiente cultural, político y religioso, control social de la ciencia y la tecnología.
- En cuanto a la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad nos permite tratar los problemas que origina y que ayuda a resolver, conocimiento necesario para tomar decisiones, conocimientos que desarrollan la responsabilidad social, la ética y los valores morales, contribuir al pensamiento social, etc.

1.3 La atención a las relaciones entre ciencia y tecnología nos permite proponer ejemplos técnicos para afianzar los conocimientos científicos, motivar hacia la ciencia a través de la tecnología y aproximar la ciencia a la sociedad por medio de la tecnología.

### **2) Orientación hacia aspectos esenciales de la actividad científico-investigadora contemporánea.**

La difusión de los modos de pensar y actuar de la ciencia y la tecnología hacia otros ámbitos de la actividad humana es, uno de los aspectos más relevantes del cambio cultural que se está operando en nuestros días. Desde esta



perspectiva, ciertos elementos esenciales de la actividad científico-investigadora contemporánea deben pasar a ser considerados objeto directo de aprendizaje.

- Análisis cualitativo, global y desde múltiples perspectivas, de la cuestión considerada: conexión de ella con otras cuestiones, búsqueda de información, valoración del interés de la cuestión y de sus posibles repercusiones sociales, etc.
- Acotamiento de la situación examinada y formulación de preguntas o problemas.
- Planteamiento y argumentación de hipótesis acerca de la posible solución de los problemas.
- Planeamiento de estrategias de solución, incluyendo, en caso necesario, el diseño de experimentos.
- Evaluación de los resultados obtenidos: análisis de la coherencia con el resto del sistema de conocimientos, consideración de posibles aplicaciones, repercusiones sociales, planteamiento de nuevas interrogantes y problemas.
- Síntesis del estudio realizado: elaboración de resúmenes, esquemas e informes, comunicación de resultados.

### **3) Orientación hacia la unidad de saberes y dimensiones que representa la cultura.**

Es necesario precisar las dimensiones de la cultura que deben ser objeto de atención en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS: Conocimientos sobre el mundo y los modos de proceder; experiencia en la realización de acciones (plasmada en hábitos y habilidades); experiencia en la actividad investigadora, creadora (expresada en la preparación para enfrentar nuevos problemas); relación emocional-valorativa hacia el mundo (la cual condiciona la actitud de las personas y su sistema de valores).

El desarrollo de la ciencia, y de la cultura en general, es una permanente búsqueda de unidad tras la diversidad. Valdés (1999) plantea que cultura es la

unidad de la diversidad creada por el hombre. Formar esa unidad solo es posible, estructurando el proceso alrededor de problemas, conceptos, ideas, métodos, formas de trabajo y actitudes generales, que trasciendan a una disciplina dada y propicien la conexión de diversas ramas de la cultura entre sí.

El fin del enfoque CTS como proceso de formación de forma integrada se concibe como el desarrollo de una visión socialmente contextualizada de la ciencia en los estudiantes, es decir, proporcionar una visión más adecuada de la ciencia y la tecnología situándolas en su contexto social. El contenido situado en el contexto del desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología, en cuestiones familiares, en cuestiones relacionadas con la actividad profesional y social de los estudiantes, el contenido relacionado con la naturaleza social de la ciencia, los intereses económicos y políticos que la condicionan, así como las implicaciones éticas y para el medioambiente de sus resultados, lo cual conduce a tomar partido acerca de dichas cuestiones y, por consiguiente, a formar importantes valores en los estudiantes. Es por ello que la dimensión educativa de dicho proceso cobra una gran importancia para lograr dicho fin.

### **2.3 La formación científica desde un enfoque CTS como dimensión integradora del proceso de formación científica de las carreras de Química, Biología y Geografía.**

El proceso de formación científica de las carreras de Química, Biología y Geografía presentan dificultades en cuanto a las funciones formativas que debe cumplir, se muestra atomizado, asistemático y no se aprovechan todas las potencialidades que brinda este proceso desde su dimensión educativa para lograr una formación científica socialmente contextualizada e integral en los estudiantes. Establecer el carácter integrador y los principios de dicho proceso nos permiten trabajar en función de potenciar la dimensión educativa del mismo.

De acuerdo con el contenido de la formación integral el proceso de formación científica lo podemos concebir conformado por las siguientes dimensiones:

- Dimensión de la formación jurídica.
- Dimensión de la formación estética.

- Dimensión de la formación laboral y económica.
- Dimensión de la formación para la salud y sexual.
- Dimensión de la formación energética.
- Dimensión de la formación ambiental.
- Dimensión patriótica, militar e internacionalista.

En nuestra propuesta incluimos la dimensión formación científica desde un enfoque ciencia tecnología y sociedad (CTS) y la tomamos como dimensión integradora del proceso de formación científica.

Encontrar una dimensión integradora del proceso de formación científica, significa determinar en el conjunto de dimensiones que conforman dicho proceso aquella que haga posible, a partir de su desarrollo, conjugar de manera coherente y armónica el contenido y los propósitos del resto de las dimensiones (Paula, 2001).

El enfoque CTS posee perspectivas globales que van a permitir aglutinar y articular diferentes campos del saber sin reemplazar la especialidad de cada uno de ellos sino que van a enriquecerse mutuamente. (Valdés, 2001).

En este sentido consideramos que la dimensión formación científica desde un enfoque CTS posee cuatro núcleos conceptuales formativos que permiten conjugar de manera coherente y armónica el contenido y los propósitos de las demás dimensiones. Desde sus perspectivas y desarrollo se abordan y conjugan contenidos que hacen referencia a los problemas y a los conflictos de gran trascendencia social que permiten desarrollar la capacidad valorativa de los estudiantes. Los núcleos conceptuales formativos son los siguientes:

- **Conocimientos científicos tecnológicos, perspectivas históricas.** Este núcleo gira en torno a los conceptos centrales, su evolución histórica y sus implicaciones sociales inmediatas.
- **Repercusiones sociales del desarrollo científico y tecnológico.** La actividad tecnológica y el desarrollo científico técnico tienen efectos innegables sobre la sociedad, ejerciendo un papel, a veces determinante, en la modificación de múltiples aspectos de la vida social, el análisis de dichas repercusiones es el denominador común de los conocimientos de este núcleo.

- **El control social de la actividad científica y tecnológica.** Se aborda el problema de la regulación social del cambio científico-tecnológico.
- **El desarrollo científico y tecnológico (reflexiones filosóficas).** Es una reflexión abierta a diversos problemas éticos, estéticos y, en general, filosóficos, sobre la moderna «cultura tecnológica».

El contenido curricular tiene como objetivo desarrollar la capacidad de pensar, de comprender y manejar adecuadamente el mundo que nos rodea, y a menudo aparece descontextualizado. Carecen de contenidos significativos para los alumnos, de valor educativo, ya que no parten de sus propios intereses, si por el contrario se articulan alrededor de un enfoque CTS integrador que permita abordar temas científicos tecnológicos controvertidos de actualidad (anexo #8), desde sus núcleos conceptuales formativos, logrando la conexión e integración entre el contenido curricular (anexo #9) y el contenido de las distintas dimensiones de formación integral (anexo #10), y que le dé orientación al estudiante para resolver situaciones controvertidas mediante la resolución de problemas como investigación que impliquen una participación activa en el proceso de aprendizaje, un trabajo colectivo y socializado, el contenido se convierten en instrumentos cuyo valor es evidenciado para el alumno y cuya utilidad aparece inmediatamente ante ellos.

**Las relaciones que se producen en la dinámica del proceso de formación científica desde un enfoque CTS dirigidas a potenciar la dimensión educativa para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia que tribute a la formación integral deberán ocurrir sobre la base de cuatro principios:**

**Principio de aproximación cultural:** Consecuencia del cambio de énfasis de una formación racional e intelectual hacia una formación científica socialmente contextualizada dirigida a prepararlos para que asuman la formación integral de estudiantes de secundaria básica y preuniversitario.

**Principio de educación para la acción:** La nueva formación científica deberá centrarse en este sentido en el desarrollo de la capacidad valorativa, a través de las interacciones CTS, para temas controvertidos públicos y políticos, locales o mundiales.

**Principio de orientación de una educación interdisciplinar:** Frente al enfoque disciplinar que presenta habitualmente la formación científica el enfoque CTS se extiende hacia los estudios sociales e históricos de la ciencia.

**Principio de orientación hacia un enfoque de aprendizaje de cuestiones problemáticas:** Que permitan al estudiante mejorar en pensamiento crítico, razonamiento lógico, resolución creativa de problemas y toma de decisiones.

#### **2.4 La dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.**

Durante el proceso docente educativo es necesario establecer los objetivos educativos que no son más que lo que se aspira a formar en cuanto a las convicciones y los sentimientos en los estudiantes, este objetivo se alcanza por medio y junto a lo instructivo y lo desarrollador lo que le da a los objetivos educativos un carácter más general y un resultado a largo plazo (Álvarez, 1999) característica que guarda una estrecha relación con las direcciones y principios de un proceso de formación científica desde un enfoque CTS.

La asimilación del concepto y la formación de la habilidad crean las condiciones necesarias para desarrollar las convicciones y los sentimientos. Sin embargo, esto no es una condición suficiente, obligatoriamente la apropiación de un contenido no implica el logro del objetivo educativo es necesario que estén presente otros dos

factores, el valor y la naturaleza social propia del proceso docente educativo (Álvarez, 1999), dentro de ellos el valor será objeto de análisis en este epígrafe.

Valor definido como la significación del objeto para el sujeto, o sea, el grado de importancia que tiene la cosa, para el hombre que se vincula con ese objeto. Todos los objetos son portadores de valores, en tanto el sujeto lo procese y lo necesite (Álvarez, 1999).

El valor de la ciencia y la tecnología para la educación de los ciudadanos es algo en lo que debemos enfatizar. La educación en valores no es menos importante para el desarrollo del individuo que la adquisición de saberes y destrezas. Ciencia, tecnología y valores (saber, hacer y juzgar) son, por tanto, elementos básicos de la propia definición del proceso de formación científica desde un enfoque CTS. Sin embargo, más allá de los acuerdos en los grandes principios, no está claro que esas esferas, del ser y del deber ser, hayan sido siempre consideradas como complementarias en el proceso de formación científica.

Se pretende defender con la propuesta la conveniencia de superar fronteras tendiendo puentes entre dos tradiciones que tienen en los últimos años una notable presencia entre los discursos de renovación pedagógica: el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y la llamada educación en valores. Para contribuir a la dimensión educativa del proceso de formación científica mediante la mejora de la convivencia social, la capacidad valorativa y la necesaria contextualización social del proceso científico.

Para entender el significado de la dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS es necesario dilucidar si los valores sobre los que se pretende educar son compartidos o motivo de controversia. Consideramos al igual que Fabelo (2000) que la educación en valores no puede partir de unos

supuestos valores comúnmente aceptados. Y ello por dos razones: en primer lugar, porque no existen tales consensos universales en cuestiones valorativas; en segundo lugar, porque si existieran ya no sería necesaria, por redundante, la acción educativa sobre ellos.

Desde este punto de vista se está de acuerdo con (Acevedo, 2001) en que es más oportuno hablar de educación para valorar, subrayándose con esta expresión el carácter abierto, dinámico y conflictivo de lo axiológico. Más que educar en unos valores supuestamente preexistentes.

Se trataría de educar para desarrollar la capacidad de valorar, esto es, para asumir la necesidad de elegir entre opciones abiertas en diversos ámbitos de la vida humana y

para desarrollar la autonomía en el juicio sobre los aspectos valorativos sustentada por la justificación racional de cada elección.

Existen autores como Tarín y Sanmartí citados por Pampillo (2001) que al abordar la temática referida a la educación en valores en las clases de ciencias, hablan del desarrollo de la capacidad valorativa hacia la ciencia y su aprendizaje, los valores científicos y el carácter social de la ciencia.

Desde un enfoque CTS y teniendo en cuenta esta subdivisión se determinó el sistema de valores para desarrollar la capacidad valorativa en los estudiantes, a partir de tres elementos referenciales: El modelo del profesional, como reflejo del encargo social; el objeto de estudio de la disciplina, portador de la epistemología de la ciencia particular y las áreas de formación como elemento de contextualización curricular.

➤ **Valores científicos.**

- ◆ Creatividad, duda sistemática, objetividad, sentido crítico, honestidad intelectual, perseverancia, racionalidad y curiosidad.

➤ **Valores hacia la ciencia, su relación con la tecnología y su aprendizaje.**

- ◆ Confianza en la potencialidad del desarrollo científico tecnológico para resolver los problemas de la sociedad.
- ◆ Amor y respeto al personal que desempeña esa actividad.
- ◆ Sentir placer por el aprendizaje de las ciencias y la tecnología.

➤ **Valores sociales del desarrollo científico tecnológico.**

- ◆ Cuidado y conservación del medio ambiente.
- ◆ Protección de la salud durante la utilización de sustancias químicas.
- ◆ Proteger nuestra reserva hídrica de sustancias radiactivas y demás contaminantes.
- ◆ Destacar la incidencia del conocimiento científico en transformaciones sociales de importancia.

Es necesario considerar en este sentido el tratamiento educativo equilibrado de tres ámbitos valorativos:

- ◆ **El político** (Que se refiere a las diversas formas posibles de organización de la convivencia social, la búsqueda de la justicia y el control público del poder).

- ◆ **El estético** (Relacionado con la formación de la norma del gusto y las diversas formas de apreciar y producir belleza en las obras humanas y en la naturaleza, en tanto que va humanizando su contexto social como resultado de su actuación social).
- ◆ **El ético** (Que se refiere a la autonomía y a un juicio racional que permita justificar la elección).

Los tres comparten la indeterminación y pluralidad de opciones que caracteriza a lo axiológico, y también, los tres podrían aportar en la idea del tratamiento de problemas sociales una orientación hacia la formación integral para la vida de los estudiantes desde el punto de vista de ciudadano, de consumidor y de profesional de la educación.

La apelación a los valores en la dimensión educativa permite reorientar los enfoques inherentes a la formación científica que se desarrolla en las carreras de Química, Biología y Geografía.

Indudablemente, ciencia y tecnología tienen un prestigio evidente como motor del desarrollo social.

En otro sentido podemos decir que en el proceso de formación científica habitualmente están presentes una serie de oposiciones conceptuales que no permiten desarrollar una visión socialmente contextualizada de la ciencia en los estudiantes. La confluencia entre los enfoques que promueven la renovación pedagógica, **el enfoque CTS y la educación en valores** nos propicia el espacio adecuado para perfilar las principales líneas de confluencia entre estas oposiciones comúnmente aceptadas.

### **Teoría vs. práctica:**

Esta es seguramente una de las ideas que con más fuerza han vertebrado tradicionalmente el proceso de formación científica. La primacía de lo abstracto sobre lo práctico, del saber sobre el hacer, de la comprensión conceptual sobre la producción material responde a viejos planteamientos que se han integrado en la organización curricular de las ciencias (Carrascosa,1985). Frente a esta oposición, se hace patente la necesidad de estrechar la vinculación entre lo teórico y lo práctico y de superar la idea de la prioridad de lo primero sobre lo segundo en la organización de las actividades que se desarrollan en el proceso



docente educativo de las disciplinas que constituyen el área de formación científica de las carreras de Química, Biología y Geografía.

### **Saberes vs valores:**

En el proceso de formación científica se ha afianzado una consideración de los contenidos curriculares libres de componentes axiológicos. Una consideración de los saberes como objetivos y, por tanto, libres de opiniones, creencias o ideologías. No es posible delimitar con tan ingenua precisión las fronteras entre los saberes y los valores, precisamente porque tales fronteras son borrosas y, del mismo modo que los valores son susceptibles de una cierta racionalización, también

las construcciones conceptuales, y singularmente la ciencia, incorporan componentes valorativos en su propio proceso de elaboración. Será, por tanto, necesario que la formación científica no siga reconstruyendo esas fronteras imaginarias, sino que, por el contrario, se presente a los estudiantes la verdadera naturaleza de los saberes, en la que las incertidumbres y las controversias no están menos presentes que las seguridades y los acuerdos.

### **Ciencias y tecnologías vs. humanidades:**

Otra de las fronteras conceptuales que se han afianzado tradicionalmente en el proceso de formación científica es la división de las ciencias y las humanidades. A la primera correspondería el rigor lógico y el contraste empírico, a la segunda la apertura y la flexibilidad interpretativa. La propuesta educativa de un enfoque CTS para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia en el proceso de formación científica muestra una presencia equilibrada de ambos tipos de saberes complementarios considerando que la disolución de las fronteras rígidas entre ellos es condición imprescindible para el desarrollo de una educación integral.

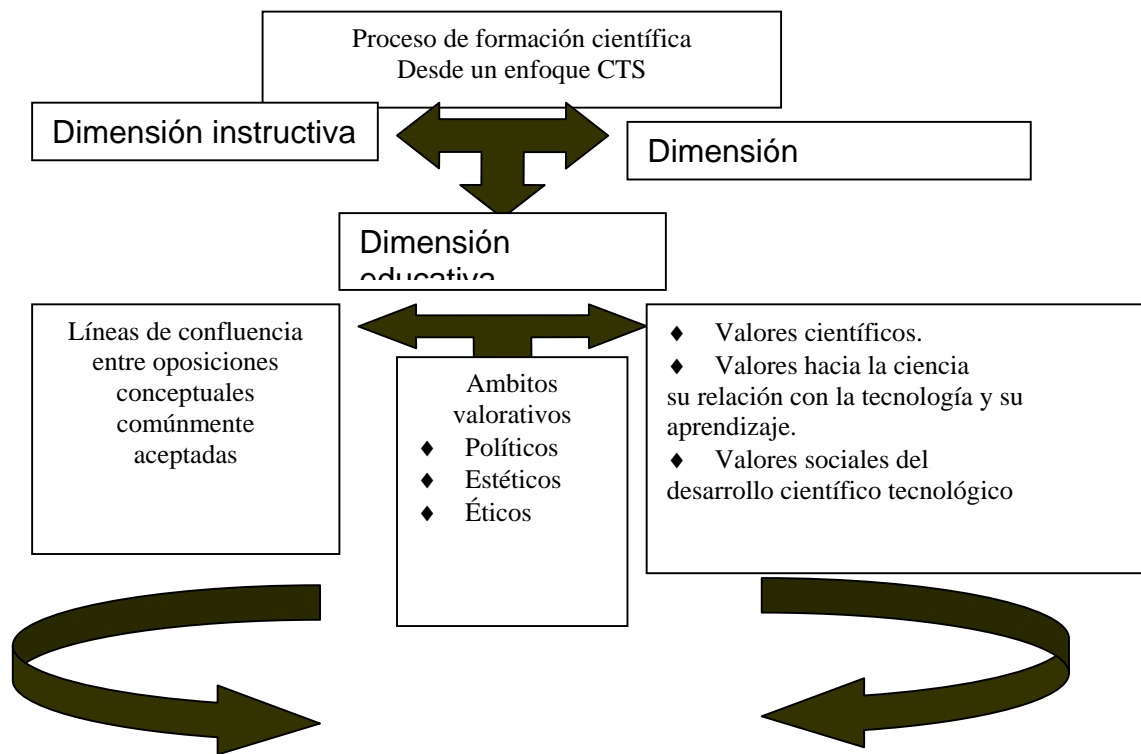
### **Racionalidad vs. Creatividad:**

Una última oposición es la que declara incompatibles la racionalidad y la creatividad. Esta separación radical entre las esferas de la racionalidad y la creatividad supone una artificial escisión entre las valoraciones estéticas y las decisiones técnicas la propuesta metodológica procura la confluencia entre ambas dimensiones. Relacionar la creatividad con la racionalidad, la tecnología con el arte o el análisis científico con la apreciación

estética nos permite la compatibilidad de las habilidades técnicas con las artísticas y hace solidaria la formación científica con el desarrollo del juicio estético.

Por tanto, la propuesta donde se lleva a cabo esta confluencia: Propicia una reflexión crítica a propósito de éstas y otras oposiciones que se reproducen en el proceso de formación científica, promueve que la práctica no se vea ensombrecida por la teoría, los saberes no se declaren incompatibles con los valores, se tiendan puentes entre los diversos campos disciplinares y se permita que creatividad y racionalidad puedan fertilizarse mutuamente.

Los elementos identificados en la dimensión educativa los podemos resumir en el siguiente esquema (figura2.1).



**RESPONDIENDO A:**  
**LOS PRINCIPIOS DEL PROCESO**  
**LAS DIRECCIONES DEL PROCESO**  
**EL CARÁCTER INTEGRADOR DEL PROCESO**

**Figura 2.1 Esquema que representa los elementos identificados en la dimensión educativa.**

## **2.5 El método de resolución de problemas como investigación en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.**

Como mencionábamos en el epígrafe anterior para el logro de los objetivos educativos es necesario que estén presentes dos factores fundamentales, el valor, analizado anteriormente y la naturaleza social del propio proceso docente educativo. La actividad del hombre es social y solo en sociedad y en el proceso de satisfacer sus necesidades va adquiriendo los conocimientos.

En los estudios psicológicos de la actividad se analiza la tarea y se define como el objetivo de la actividad en determinadas condiciones propias del proceso ya que atiende no solo al resultado sino también a las condiciones dándole un carácter concreto y específico. En el proceso docente educativo la tarea docente es considerada como el nivel estructural más elemental, es decir, constituye la célula del mismo (Álvarez, 1999).

En la tarea docente está presente un objetivo, condicionado por el nivel de los estudiantes, incluso de cada estudiante, por sus motivaciones e intereses, por la satisfacción o autorealización de cada uno de ellos en la ejecución de la tarea. En cada tarea docente hay un conocimiento a asimilar, una habilidad a desarrollar, un valor a formar. **El método**, en la tarea, es el modo en que cada estudiante lleva a cabo la acción para apropiarse del contenido.

La utilización desmedida e impensada de métodos que no demanden del estudiante una posición activa, que se centren en la aplicación de procedimientos rutinarios ya establecidos, que no le revelan al alumno la significación (el valor) que para él puede tener el material que aprende, ni la naturaleza social que tiene el proceso docente educativo difícilmente propiciará el desarrollo de una visión socialmente contextualizada de la ciencias de nuestros estudiantes.

Por tanto no cabe dudas que si se desea formar un profesional de la Educación que esté dotado de conocimientos científicos, valores éticos, estéticos y políticos, que sea productor y creador, con un alto grado de independencia que le permita, una vez que egresa, darle solución al conjunto de problemáticas que en su contexto laboral se verifiquen, esto será posible en la medida que durante el proceso de formación del profesional su accionar se centre en la solución de problemas científicos sobre la base del método de investigación científica.

En este sentido el modelo de resolución de problemas como actividad investigativa de Ramírez – Gil (anexo #2) cobra gran importancia. La aplicación de este modelo exige cambios sustanciales en la actividad del profesor (cambio metodológico (Gil, 1994)) y del estudiante (cambio conceptual y actitudinal (Gil, 1993)). La implantación del modelo de resolución de problemas como actividad investigativa constituye un reto para el profesorado. Consideramos, sin embargo, que es asumible, sobre todo, si se implementa una correcta metodología científicamente fundamentada desde la Pedagogía, la Psicología y la Didáctica.

Entre las barreras, que limitan la capacidad investigadora de los estudiantes durante la resolución de problemas como actividad investigativa, están:

- ◆ Frecuentemente los estudiantes poseen concepciones incorrectas de la ciencia y el trabajo de los científicos.
- ◆ Bajo desarrollo de habilidades intelectuales y el estudio de los conocimientos científicos a un nivel teórico.
- ◆ El diseño didáctico y metodológico de situaciones de aprendizaje sobre la base de la resolución de problemas por lo general es complejo, pues es necesario considerar múltiples factores (García, 2002).

Entendemos que las bases psicológicas más adecuadas para dirigir la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, contribuir a superar las dificultades actuales e implementar la resolución de problemas con un basamento científico, están en las tesis de la Escuela de L.Vigotski y sus seguidores. Por tal razón consideramos de mucha importancia las investigaciones hechas por los psicólogos L.S. Vigotski, L. Rubistein, A.N. Leontiev, P.Y. Galperin y N.P. Talízina.

Precisamente en este sentido la resolución de problemas como investigación \_supone una concepción dinámica del aprendizaje basada en la comprensión y en la acción. Por eso no es de extrañar que la Resolución de Problemas ocupe una posición central en el currículum de ciencias (Albaladejo y Caamaño, 1998). Tardif (1995) plantea: “La Resolución de Problemas debería constituir la piedra angular del currículum escolar”. Es el método más susceptible de obtener un aprendizaje significativo. El alumno constantemente debe reutilizar sus conocimientos en situaciones y contextos variados permitiéndole desarrollar una mayor confianza en sus capacidades y una mayor independencia en el plano del aprendizaje”.

La inclusión del método científico no asegura en sí mismo que los estudiantes vayan a enfrentarse de un modo científico a los problemas cotidianos ni escolares. Nuestra posición coincide con la de Gil (1994) al determinar que la investigación escolar debe garantizar que el estudiante realice las siguientes acciones: de motivación y desarrollo del campo de intereses, de detección del problema concreto a investigar, de expresión del conocimiento previo concerniente al problema, de planificación para la solución del problema, de ejecución de lo planificado, de expresión de los resultados y de valoración de los resultados.

Entonces la actividad de resolución de problemas como investigación, como método de enseñanza de la ciencia, le permite al docente potenciar, en la dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS, la formación de acciones valorativas en sus estudiantes, estas le permitirán enjuiciar el valor de lo que se estudia, su utilidad, el significado, el sentido para sí, el para qué. “Todo hecho, fenómeno, proceso, todo lo que existe tiene un valor, que está **en la razón de ser de su existencia, en su esencia. Vinculado a ello está**

la acción pedagógica que conduce al sujeto a realizar la valoración positiva o negativa, o ambas de aquello que es objeto de aprendizaje” (Silvestre, M. 1999). La formación de acciones valorativas es una exigencia básica, es como un momento muy importante, en la formación del pensamiento crítico del hombre. Las acciones valorativas son la base para la autovaloración permanente de la persona, para el cuestionamiento de lo que aprende y hace. Un alumno que se cuestiona el por qué de lo que aprende y logra formarse un juicio valorativo, ofrece seguramente mayores posibilidades de interactuar

con él y de estimular el desarrollo de sus acciones, que aquel estudiante que poco analiza y debate, y que sale con pobres ideas de aquello que se estudia.

En el II Taller Nacional sobre Trabajo Político – Ideológico en la Universidad, el Dr. Álvarez de Zayas (1997) Planteó: “apoyándonos en el pensamiento martiano de que Conocer es resolver podemos decir, que el que no sabe hacer, no sabe, porque la dialéctica justamente de la habilidad y del conocimiento precisa que solo se posee bien el conocimiento cuando se opera con él, cuando se resuelve problemas”. Más adelante expresa: “... queremos formar un egresado que no solo sepa resolver problemas, sino que desarrolle la capacidad valorativa como resultado de la solución de esos problemas”.

En el proceso de formación científica desde un enfoque CTS el planteamiento y la resolución de problemas como investigación pueden tener como objetivo:

- ◆ Dar la oportunidad al estudiante de solucionar problemas sociales enmarcados en su contexto.
- ◆ Dar ocasión para el aprendizaje y la aplicación de conceptos.
- ◆ Dar oportunidad para aprender y practicar la metodología científica, relacionándose con la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico
- ◆ Practicar la simulación de controversias sociales ficticias en las que han de adoptarse decisiones sobre propuestas derivadas del desarrollo

tecnocientífico, que enlaza la educación en valores con la formación científica desde un enfoque CTS.

- ◆ Favorecer el trabajo en equipo, aproximando la actividad que realizan en el proceso de formación científica a la riqueza de un tratamiento científico tecnológico de problemas, es decir, una actividad abierta y creativa, debidamente orientada por el profesor inspirada en el trabajo de científicos y tecnólogos.

Resulta evidente que no puede lograrse una comprensión profunda de las vinculaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad simplemente memorizando detalles al respecto. La profundidad en su comprensión y apreciación se favorece a medida que se estudie en

forma activa una variedad de situaciones que incluya estos componentes. La enseñanza de las Ciencias Naturales debería estructurarse de modo que fuera aprendida a partir de problemas relevantes considerados de forma tecnológica y social, la importancia de esta actividad es valorada por Álvarez, (1999) quien ve en esta actividad un poderoso instrumento educativo para la formación de valores en las actuales y nuevas generaciones.

Resumiendo este epígrafe y las ideas abordadas en todo el capítulo podemos definir el proceso de formación científica desde un enfoque CTS como: Proceso de formación sobre la ciencia y la tecnología, que tiene como objetivo revalorizar la imagen tradicional de ellas, reconociendo las dimensiones, direcciones y principios de dicho proceso y que el establecimiento del enfoque CTS como dimensión integradora, mediante la resolución de problemas como investigación con tratamiento de situaciones problemáticas abiertas, permite ir más allá del mero conocimiento académico de la ciencia y la tecnología. Que desde su dimensión educativa se refiere al desarrollo de la capacidad valorativa acerca de actitudes y normas de conducta en relación con estas cuestiones atendiendo a la formación de los estudiantes para tomar decisiones con fundamento y actuar responsablemente - individual y colectivamente- en la sociedad.

## **CAPÍTULO 3**

### **Propuesta metodológica.**

El objetivo de este capítulo es presentar una propuesta metodológica que permita a los profesores que imparten las asignaturas que integran el área de formación de los fundamentos científicos de las carreras de Química, Biología y Geografía la dirección del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.

### **3.1 Propuesta metodología dirigida a potenciar la dimensión educativa para lograr una visión socialmente contextualizada de la ciencia que tribute a la formación integral.**

Durante la revisión bibliográfica realizada se encontraron referencias de varios autores sobre lo que consideraban propuesta metodológica. Atendiendo a estas consideraciones se puede definir lo que se entiende por una propuesta metodológica para dirigir el proceso de formación científica desde un enfoque CTS como:

Un conjunto de métodos, procedimientos, técnicas que regulados por determinados requerimientos nos permiten ordenar mejor nuestro pensamiento y nuestro modo de actuación para obtener y descubrir nuevos conocimientos en el estudio de los problemas de la teoría o en la solución de problemas de la práctica. Es un sistema de acciones encaminadas a garantizar el cumplimiento de un objetivo a largo plazo, atendiendo a los resultados de un diagnóstico, sobre la base de un marco teórico determinado. El marco teórico que sirve de base a la propuesta metodológica elaborada es la Teoría de los Procesos Conscientes del Dr. Carlos M Álvarez de Zayas, la cual se sustenta sobre la escuela del Enfoque Histórico Cultural y sobre la Teoría de la Actividad de Leontiev. También hay que tener presente el objetivo que se pretenda alcanzar y las características del entorno donde hay que incidir.

Para elaborar dicha propuesta metodológica partimos de los siguientes aspectos:

- 1) Objetivos del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.



- 2) Dimensiones en que se estructura el proceso de formación científica desde un enfoque CTS, profundizando en la dimensión educativa debido a la contribución de los contenidos CTS al desarrollo de la capacidad valorativa.
  
- 3) Direcciones en las que está orientado el sistema de valores para desarrollar la capacidad valorativa de los estudiantes en el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.
  
- 4) Direcciones a las que debe dirigirse el enfoque CTS en las Ciencias Naturales.
  - Orientación sociocultural de la formación científica.
  - Orientación hacia aspectos esenciales de la actividad científico-investigadora contemporánea.
  - Orientación hacia la unidad de saberes y dimensiones que representa la cultura.
  
- 5) Los núcleos conceptuales formativos desde un enfoque CTS.
  - Conocimientos científicos tecnológicos, perspectivas históricas.
  - Repercusiones sociales del desarrollo científico y tecnológico.
  - El control social de la actividad científica y tecnológica.
  - El desarrollo científico y tecnológico (reflexiones filosóficas).
  
- 6) Los principios de la formación científica desde un enfoque CTS.
  - Aproximación cultural.
  - Educación para la acción.
  - Orientación de una educación interdisciplinar.
  - Orientación hacia un enfoque de aprendizaje de cuestiones problemáticas.

### **Pasos para desarrollar la metodología que se propone.**

#### **3.1.1 Estudio diagnóstico de las necesidades.**

Es necesario conocer la composición del aula teniendo en cuenta los diferentes niveles de desarrollo de los estudiantes

Entre los aspectos que son importantes diagnosticar están:

- ◆ Los conocimientos su estructuración.
- ◆ Las habilidades intelectuales para su activación.
- ◆ Las concepciones que poseen los estudiantes sobre la ciencia y el trabajo de los científicos.

Durante la aplicación de la metodología es importante percibir el impacto que este trabajo está teniendo en el proceso de aprendizaje real de los futuros egresados y sobre todo en su transformación, buscando siempre adecuarlo a sus necesidades y a las condiciones en que se efectúa el proceso de enseñanza. Sobre esta base podemos determinar cuáles son las dificultades que se presentan y las posibilidades de desarrollar la propuesta metodológica en estas condiciones (debilidades y fortalezas).

### **3.1.2 Determinación de los objetivos.**

Los objetivos deben derivar de los objetivos generales del proceso de formación científica. Analizando el propósito o fin del enfoque CTS en función de lograr una formación científica socialmente contextualizada estamos en condiciones de poder formular los objetivos generales de la formación científica desde un enfoque CTS. Para hacer esta formulación tendremos en cuenta los criterios de (C. Álvarez, 1999), según el cual, los objetivos, como componentes del proceso docente educativo, son la expresión pedagógica del encargo social y la manifestación de las aspiraciones que se desean alcanzar como resultado de dicho proceso. Así como los criterios de (Solbes y Vilches, 1995) sobre que objetivos suelen destacarse en la formación científica.

- Identificar los problemas de la vida real, formular soluciones o tomar decisiones frente a los problemas planteados mostrando una imagen más contextualizada socialmente del conocimiento científico.
- Profundizar en la problemática asociada a la construcción del conocimiento científico, lo que permitirá comprender mejor el papel de la ciencia y la tecnología. Comprometer a los jóvenes en la solución de los grandes problemas que hipotecan el futuro de la humanidad Edgar Morin, (1999).
- Contribuir mediante el trabajo socializado y de cooperación a dar sentido a los estudios que realizan y a favorecer el interés y las actitudes positivas y a la vez críticas hacia la ciencia y su aprendizaje.

- Contribuir a que la formación científica se transforme en un elemento fundamental de la cultura de nuestros estudiantes, en su formación como ciudadanos responsables no solo para su capacitación como profesional de la educación sino también para que pueda participar activamente en los asuntos sociales.

El significado práctico de estos objetivos, en el ámbito educativo, involucra entonces el abandono del papel del profesor como mediador autorizado y privilegiado del conocimiento experto, por un lado, y el estímulo de la participación crítica y creativa de los estudiantes en la organización y desarrollo de la docencia, por otro (López Cerezo, 1994; González García et al. , 1996).

### **3.1.3 Determinación de las premisas para potenciar el proceso de formación científica desde un enfoque CTS.**

Gran parte de los éxitos, y también de los fracasos, de los estudiantes suelen estar relacionados con el clima que se genera en el aula. El proceso de formación científica desde un enfoque CTS está dirigido a potenciar la libertad intelectual, estimular el pensamiento crítico, la creatividad y la comunicación entre los alumnos,

tomando como referente lo que se considera necesario y deseable en las finalidades educativas de la formación de profesores de ciencia. Para ello el clima en el aula debe promover la comunicación en el aula, una mayor actividad y hasta una cierta autonomía por parte de los estudiantes. Es necesario un tipo de profesor que tenga una disposición consciente de participar activamente en el proceso, que tenga claro cuál debe ser el clima del aula más adecuado para la formación científica desde un enfoque CTS, una sólida formación para definirlo y defenderlo, y la capacidad para crearlo, lo que supone más cooperación entre el profesorado y los estudiantes para reforzar su autoestima.

De esta manera podemos identificar y generalizar un conjunto de funciones básicas para caracterizar el papel del profesor en el aula. El profesor debe:

1. Dedicar tiempo y ser flexibles con el curriculum y la propia programación.
2. Proporcionar un "clima" acogedor e intelectualmente estimulante, destinado a promover la interacción y la comunicación comprensiva en el aula.

3. Ser capaces de animar, apoyar y potenciar las iniciativas de los estudiantes.
4. Indagar activamente, mostrándose deseosos de aprender nuevas ideas, habilidades y acciones, incluyendo tanto las que provienen de la psicopedagogía como de la actualidad científica y tecnológica y del ámbito social. También ser capaces de aprender con sus compañeros y con sus alumnos.
5. Provocar que surjan preguntas y temas de interés en el aula. Pidiendo fundamentos o pruebas que sostengan las ideas que se proponen.
6. Potenciar la aplicación de los conocimientos al mundo real. Dar tiempo para discutir y evaluar estas aplicaciones.
7. Hacer que los alumnos vean la utilidad de la ciencia y la tecnología. No ocultar, sin embargo, las limitaciones de estas para resolver los complejos problemas sociales.
8. No ver las paredes del aula como una frontera, ya que el aprendizaje debe trascenderla. Llevar a clase personas y recursos diversos.

Puede advertirse que la mayoría de estas funciones no son exclusivas de este proceso pero las hemos recogido conjuntamente como imprescindibles para lograr una enseñanza de calidad destinada a proporcionar el éxito de los estudiantes en sus aprendizajes.

### **3.1.4 Determinar cual es la vía que nos puede proporcionar una mayor oportunidad para lograr los objetivos propuestos.**

Como el propósito fundamental nuestro es la formación de un profesional de la educación consciente del papel social del desarrollo científico y tecnológico y con capacidad para asumir una participación activa en la dirección del proceso docente educativo de las diferentes asignaturas de nivel medio y preuniversitario ayudando a los estudiantes a mejorar en pensamiento crítico, razonamiento lógico, resolución creativa de problemas y toma de decisiones. Precisamente porque de lo que se trata es de promover la participación activa no sería lo más apropiado plantear el enfoque CTS, ni en general la formación científica, como la transmisión de saberes desde los expertos que los conocen a los alumnos que los aprenden.

En este sentido cobra gran importancia el método de resolución de problema como investigación. Esta propuesta no es para convertir a los estudiantes en científicos, pero

sí para producir un paralelismo entre la actividad del estudiante durante su enseñanza-aprendizaje y la actividad científica, explicitándose esta última en la resolución de problemas como vía para el desarrollo de una visión socialmente contextualizada de la ciencia.

Debemos lograr que los estudiantes conozcan las generalidades del método de la ciencia que de forma muy aproximada puede reducirse a las siguientes fases:

#### **I. Observación de la naturaleza y detección del problema:**

Se toma conciencia de que se desconoce algo que hay que explicar. Hay necesidad de encontrar respuesta a una pregunta. Reconociendo la importancia de la tesis de Vigotski sobre el papel de la actividad en el desarrollo psíquico, consideramos entonces que sería más acertado propiciar que sean los mismos estudiantes los que detecten con ayuda del profesor los problemas que posteriormente resolverán.

A nuestro juicio esta variante tiene las siguientes ventajas con respecto a la concepción tradicional: Permite planificar y ejecutar con ayuda del profesor acciones de detección de problemas, ampliar la actividad investigativa, ya no solo se investigará durante la resolución del problema sino que la propia puesta en práctica de las acciones de detección ya es desarrollo de actividad investigativa. Debemos recordar que en el modelo en que sustentamos la resolución de problemas, las acciones investigativas que requieren un amplio análisis cualitativo son de las más importantes. Hay más garantías de que los estudiantes se inserten en su mundo vivencial y contextual, los problemas serán necesariamente problemas de su entorno. Se propicia una mayor relación con la práctica.

Es posible que la lista de problemas identificados por los estudiantes sea muy amplia, en cualquier caso, la última acción será la de selección de un problema para su resolución. En este punto le corresponde al profesor que dirige la actividad ser muy cuidadoso para orientar a los estudiantes hacia una selección adecuada.

## **I. Resolución de problemas:**

A partir de este momento ya se desencadena el proceso de resolución del problema, que asume el estudiante de forma independiente las condiciones de trabajo se crean teniendo en cuenta y contextualizando el modelo de resolución de problemas como investigación de Ramírez y Gil (anexo #2).

## **II. Formulación de hipótesis:**

**(Se pueden formular ideas a defender)**

Basándose en los conocimientos se formulan posibles soluciones al problema.

Los estudiantes deben reflexionar sobre el problema y en consecuencia formular y discutir hipótesis a partir del establecimiento de relaciones causa-efecto entre las variables seleccionadas, que le posibilitarán la elaboración y discusión de las estrategias de resolución y de constatación de hipótesis.

## **III. Elaboración de estrategias de resolución:**

En correspondencia con las hipótesis, se elabora un plan de resolución que permitan discriminar las distintas hipótesis, normalmente se recurre al aislamiento y control de variables, realización de mediciones, reproducción de condiciones, etc.

## **IV. Constatación de hipótesis:**

Cuando los resultados no coinciden, se buscan explicaciones que justifiquen. Se requiere entonces elaborar otras hipótesis alternativas.

## **V. Valoración de los resultados:**

Propiciar un espacio para promover la reflexión sobre los resultados obtenidos y desarrollar la capacidad valorativa. Estas reflexiones y conflictos valorativos se deben generar en el contexto de interacción social y la comunicación con los compañeros, pero también bajo la guía del profesor. Se trata de que para cumplimentar la última fase de la resolución del problema, se convoque a todos los estudiantes del grupo a la sesión científica. En esta actividad los estudiantes expondrán los resultados obtenidos, explicando las hipótesis elaboradas, las estrategias de resolución puestas en prácticas, los resultados alcanzados y defiendan la posición social asumida en la resolución del problema. El papel del profesor es aquí fundamental, a través de las preguntas que plantea es él quien induce a la reflexión para la valoración del estudiante

con sus propias palabras de cada una de las fases de la resolución del problema, y de esta forma ese preguntar produce la interiorización de sus propios conocimientos y habilidades, en fin su propia actuación.

## **VI. Toma de decisiones finales:**

La resolución del problema puede y debe significar la toma de decisiones.

El colectivo de estudiantes con el asesoramiento del profesor puede discutir la pertinencia de comunicar a las autoridades competentes, instituciones, organismos o empresas involucradas en el problema las soluciones alcanzadas, con el objetivo de que estas a su vez valoren su implementación práctica.

### **3.1.5 Determinación del sistema de valores que deberá ser potenciado.**

Cuando el docente se dispone a planificar la asignatura comienza por la selección de los objetivos y los contenidos. Una forma práctica de comenzar la organización de los contenidos CTS, sería entonces analizar qué valores subyacen en los contenidos que se van seleccionando o que aprendizajes de interés social, pueden desarrollarse mediante ellos.

La clave del tratamiento educativo de los estudios de casos CTS está en la idea de la decisión social. Desde este punto de vista, la ciencia y la tecnología implican retos sociales porque en su desarrollo han de tomarse numerosas decisiones con implicaciones sociales susceptibles de valoraciones diversas.

Por tanto, el conflicto valorativo no debe ser evitado en el proceso de formación científica, que quiera ser fiel a la realidad de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Por el contrario, el enfoque CTS debe partir de la naturaleza controvertida de estos asuntos y fomentar el aprendizaje de las destrezas para la búsqueda de soluciones negociadas que impliquen la participación de los estudiantes como actores sociales con diferentes puntos de vista valorativos desde ámbitos políticos, éticos y estéticos, es decir propiciar el desarrollo de la capacidad valorativa.

El sistema de valores a potenciar se determina a partir de la definición de los siguientes elementos: El modelo del profesional, el objeto de estudio de la disciplina y las áreas de formación como elemento de contextualización curricular.

El sistema de valores esta orientado hacia tres direcciones.

- Valores científicos.
- Valores hacia la ciencia, su relación con la tecnología y su aprendizaje.
- Valores sociales del desarrollo científico tecnológico.

### **3.1.6 Diseño de las actividades con enfoque CTS.**

En una formación científica que responda a un enfoque CTS es necesario proponer un sistema de actividades CTS donde se tenga en cuenta las relaciones entre los componentes que integran el proceso y los principios del mismo, que permita la participación activa, socializadora y coordinada de todos los estudiantes, un proceso que incluya tareas docentes donde no solo se preste atención a los conocimientos científicos y tecnológicos sino que se aborden también los problemas humanísticos, culturales y sociales ligados a la ciencia y la tecnología que permitan desarrollar la capacidad valorativa de los estudiantes y que se trabaje de forma sistemática en las direcciones del proceso y se cumpla así con los principios que lo sustentan.

Propuestas de actividades a desarrollar:

Consideramos oportuno comenzar el estudio de los temas con el desarrollo de un sistema de tareas docentes para fomentar el interés por la ciencia y la investigación desarrolladas mediante diferentes actividades. Ya que para implementar el enfoque CTS se requiere que el estudiante realice acciones de motivación y desarrollo del campo de intereses, esta es también la posición de Valdés(1996).

Las que en esta fase se conciben, son acciones previas de motivación que tienen un doble propósito: en primer lugar interesar a los estudiantes hacia las ciencias y la investigación científica, incentivar la curiosidad, la observación, la elaboración de



preguntas, etc. y en segundo lugar transformar sus posibles concepciones erradas acerca de dicha actividad.

Como actividades para despertar interés hacia las ciencias y la investigación científica se pueden planificar las siguientes:

- Encuentros y conversatorios con personas destacadas en el campo de las ciencias y la investigación científica.
- Estudio y discusión de la vida y obra de eminentes hombres de ciencias.
- Planificación de visita a museos de ciencias e instituciones científicas.
- Proyección y discusión de videos o películas con temática científica.
- Ejecución y explicación de experimentos espectaculares del área de ciencias relacionados con los contenidos del grado (como parte del proceso docente educativo o en actividades extradocentes).
- Desarrollo de sencillas actividades de exploración en áreas cercanas a la escuela.
- Otras.

Las actividades que se proponen para desarrollar posteriormente en el proceso docente educativo, nos permiten ahondar en la imagen global inicial que se ha formado en los estudiantes. Su puesta en práctica depende del resultado del diagnóstico, del contexto y del nivel que se desea alcanzar.

### **Actividades CTS:**

Incluyen tareas docentes donde se lleva a cabo el estudio y análisis de temas científicos y tecnológicos controvertidos(anexo #8) que permita establecer la conexión entre los contenidos curriculares(anexo #9) y los contenidos de las distintas áreas de formación integral(anexo #10) organizada esta conexión mediante los núcleos conceptuales formativos del enfoque CTS.

Estas actividades deben propiciar el desarrollo de la capacidad valorativa en los estudiantes teniendo en cuenta los elementos identificados en la dimensión educativa del proceso de formación científica desde un enfoque CTS.

#### **1-Estudio de casos CTS.**

Este estudio se lleva a cabo mediante casos simulados. Para el desarrollo de la actividad se crea una red de actores sociales. Esta idea se concreta en la figura 3.1.

Para la organización de la actividad donde se hace el estudio de esos casos simulados se siguen los siguientes pasos:

1º. - Seleccionar el problema: Se trata de definir una situación controvertida de naturaleza CTS sobre la que pueda perfilarse una controversia pública. En la medida de lo posible se intenta que el asunto tenga cierta cercanía con el contexto educativo de los alumnos.

Por ejemplo:

Tema científico tecnológico controvertido: **estudio y análisis del crecimiento de la influencia agresiva para el medio físico y nociva para los seres vivos fruto del comportamiento guiado por intereses y valores particulares sin atender a sus consecuencias futuras. Estudio y análisis de acciones positivas e influencia social con respecto a estas situaciones.**

**Contenido de la asignatura:**

**Geografía:** Economía (Recursos naturales, producción material, relaciones económicas).

**Biología:** Organismo – Medio Ambiente – Adaptación.

**Química:** Las sustancias y las reacciones químicas.

**Contenido del área de formación integral:** contenidos de la formación ambiental (anexo #9).

**Situación controvertida:**

1. La posible instalación junto al centro educativo de una mina a cielo abierto de un extraño y valioso mineral.
2. El hallazgo, frente a las playas de nuestra costa y en una zona rica en pesca, de un pozo de petróleo y la posible instalación de plataformas petrolíferas.

Para su análisis se sigue el orden lógico de los núcleos conceptuales formativos del enfoque CTS.

2º. - Dentro de los estudiantes es necesario definir la red de actores sociales: Una vez planteado el tema hay que diseñar las posturas que defenderán los diferentes grupos con valoraciones e intereses enfrentados sobre la propuesta y desde su posición darán solución a la tarea docente mediante el método de resolución de problemas como investigación. Por ejemplo pueden existir cuatro tipo de actores sociales en el aula:

En primer lugar, aquellos que se ven favorecidos por la propuesta de implantación tecnológica de que se trate y que, por tanto, argumentarán en su defensa (representantes de empresas).

En segundo lugar, los actores cuyos intereses o valores se oponen a la propuesta (muchas veces colectivos ecologistas y otras asociaciones ciudadanas, etc).

En tercer lugar, los grupos de expertos tecnocientíficos que aportan asesoramiento en la evaluación de esa tecnología y que muchas veces se desdoblan también en grupos favorables y contrarios.

En cuarto lugar, actores que cumplen una función de mediación en la controversia, por ejemplo, los diversos medios de comunicación o las instancias con responsabilidad pública en la toma de decisiones y que deberían propiciar el debate democrático sobre el tema o los afectados directamente con la decisión que se tome.

3º. - Elaborar la documentación de la controversia: Aquí se trata de aportar los materiales básicos que fijen los contenidos sobre los que se debatirá y a partir de los cuales cada equipo/actor buscará otras informaciones y argumentos complementarios en favor de sus tesis. Así tenemos:

La tarea docente.

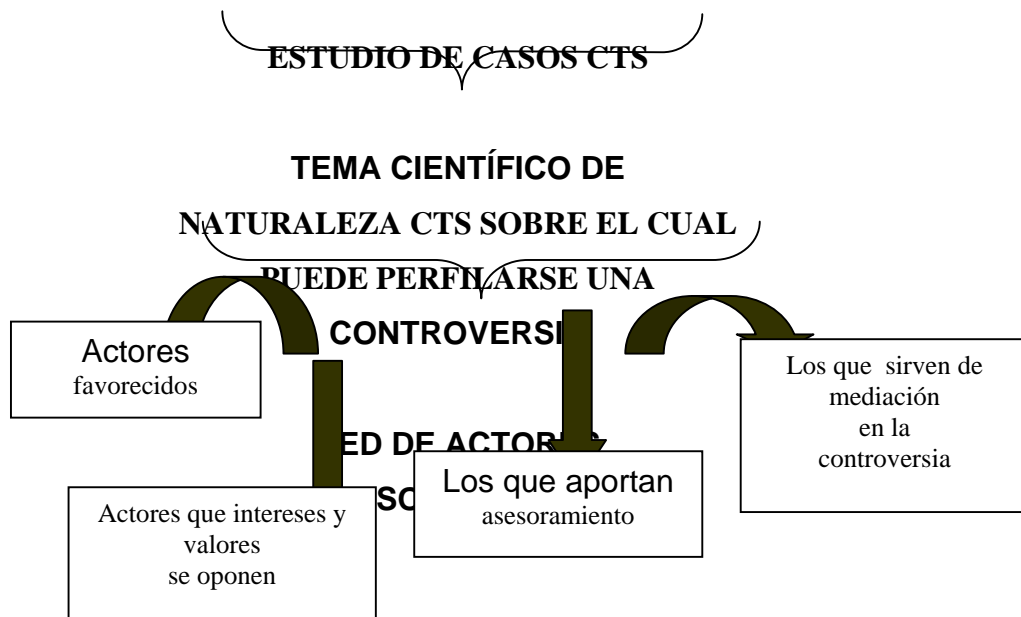
Una ficha guía sobre la postura de cada actor.

Informes complementarios simulados e informaciones reales sobre el tema de la controversia entre los que podemos tener, reportajes de periódicos, direcciones de internet, artículos de revistas científicas o de divulgación, videos, planos, proyectos y textos legales.

Nunca importa tanto la decisión final que se adopta en cada caso simulado como el nivel de debate público y el contraste racional de informaciones, argumentos y valores científicos, valores hacia la ciencia, su relación con la tecnología y su aprendizaje y valores sociales del desarrollo científico tecnológico que han podido desarrollarse en el proceso. Al fin y al cabo, la consideración del desarrollo de la capacidad valorativa que anteriormente se ha defendido pretende distanciarse del mero adoctrinamiento y apuesta por la racionalidad como el mejor instrumento para la dilucidación y toma de decisiones sobre cuestiones que, como las que se plantean en el enfoque CTS, tienen un carácter esencialmente abierto y problemático.

4° - Evaluación de la actividad. Tras la presentación del problema se pasa un cuestionario sobre los conocimientos y actitudes iniciales de los alumnos ante el tema. Dicho cuestionario se volverá a pasar al final para conocer como han evolucionado dichos conocimientos y valoraciones al término de la actividad.

Luego, por equipos, se asumirán los roles de los diferentes actores implicados en la controversia y, durante unos días los diferentes equipos/actores se documentarán para preparar un informe en favor de su postura. Tras esos días de trabajo de investigación por equipos se suceden las exposiciones y defensas públicas de los mismos simulando los argumentos que utilizarían los actores reales en una situación verídica en un ejercicio muy próximo al de un juego de roles altamente documentado. Al final se plantea un debate abierto entre todos los alumnos en el que se intenta llegar a una solución negociada. Dicho debate concluye con una reflexión entre todos sobre lo que habría sucedido si el caso se hubiera dado realmente y cómo puede mejorarse el nivel de participación pública en la decisión sobre un tema como el planteado.



**Figura 3.1 Esquema representativo de la actividad estudio de casos CTS.**

**2-El aula como una comunidad de investigación solidaria**

En esta propuesta didáctica se intenta desarrollar las premisas sobre la dimensión educativa del proceso de formación CTS desarrollada por medio y junto a la dimensión instructiva y la desarrolladora, articulando dialécticamente lo conceptual con lo actitudinal y lo procedimental y haciendo que el propio desarrollo de las tareas docentes se lleve a cabo mediante la investigación desarrollando en la práctica el método de resolución de problemas como investigación.

Al definir la clase como una comunidad de investigación solidaria es necesario precisar cuales son los objetivos del trabajo en la clase:

- ◆ Investigar sobre temas científicos tecnológicos controvertidos que guarden una estrecha relación con los contenidos curriculares y los contenidos de las áreas de formación integral, y hacerlo solidariamente.
- ◆ Utilizar el método de resolución de problemas como investigación para darle solución a los problemas detectado.
- ◆ Reconociendo la amplitud de los temas que se pretenden abordar, las diversas concreciones a las que se puede llegar y resaltando su carácter interdisciplinar, es necesario ordenar las respuestas en torno a los cuatro núcleos conceptuales formativos del enfoque CTS.

Para la constitución del aula como una comunidad de investigación solidaria se definen distintos equipos de investigación.

**I.- Los equipos de investigación conceptual:** Se trata de la forma de investigación que indaga en la herencia cultural sobre el tema de que se trata. El objetivo es propiciar en los alumnos un acercamiento académico a lo que el tema ha supuesto o lo que sobre él se ha dicho en la historia. Los referentes fundamentales de investigación para estos equipos serán los documentos bibliográficos y periodísticos. Para facilitar a los equipos correspondientes esta tarea y hacerla viable en el tiempo destinado a su trabajo de investigación, se pueden diseñar textos, dilemas, problemas conceptuales, etc. Acompañados de cuestionarios que les ayudan en su trabajo.

**II.- Los equipos de investigación empírica:** Son los que intentan palpar la realidad cotidiana sobre esos temas así como las valoraciones morales correspondientes. Se trata de dar rigor a la disputa de datos y opiniones que tan frecuentemente aparecen en los debates sobre los temas valorativos y que en tan pocas ocasiones están bien fundamentadas. Los equipos de investigación empírica

partiendo del tema obtienen información y la analizan mediante encuestas, hacen entrevistas o llevan a cabo estudios centrados en los hechos.

**III.- Los equipos de la Creatividad:** Los grupos de investigación conceptual y de investigación empírica supondrían acercamientos a lo que puede saberse (tanto racional como empíricamente) sobre el tema del que se trate. Sin embargo, hay un tercer modo de acercamiento a esos temas en el que el componente creativo es fundamental. Tal como anteriormente se ha defendido, se trata de propiciar la vinculación entre lo estético y lo ético, de asumir, por tanto, la importancia educativa de la dimensión creativa o estética como componente irrenunciable de la dimensión educativa.

Se trata de recuperar el espacio de creación como forma de acercamiento válido a los temas morales. Se trata de poner a los alumnos en disposición de utilizar esos medios expresivos y de investigar con ellos. Las maneras son muchas: preparar escenificaciones con guiones originales en los que se evidencien las distintas posiciones valorativas, elaborar campañas publicitarias sobre el tema, hacer un programa en torno al asunto que se trata.

**IV.- Los equipos de coordinación:** Si el equipo de investigación conceptual relaciona a la clase como comunidad de investigación con la cultura universal, el de investigación empírica tiende el puente con las instituciones ciudadanas externas y el de creatividad posibilita la presencia estética del tema en el aula, el equipo de coordinación es el responsable de que todo ese trabajo diferenciado, aunque sobre el mismo tema, tenga coherencia y pueda ser compartido adecuadamente por todos. Del liderazgo y control de los trabajos que durante la fase de investigación ejerzan los equipos, dependerá, en gran medida, el adecuado desarrollo de la tarea. Pero precisamente este aspecto de

coordinación es, en sí mismo, un crucial contenido educativo que habitualmente se ha hurtado a los alumnos y ha sido monopolizado por el profesor.

El papel del equipo de coordinación no está lejano del desarrollo de estrategias para el aprendizaje de la convivencia social que caracteriza a los valores políticos. Los miembros del equipo de coordinación habrán de preparar, coordinar y levantar acta de las exposiciones que los demás equipos harán sobre los trabajos que han realizado, así como de organizar y moderar el debate abierto que se celebra al final de la actividad para llegar a conclusiones compartidas sobre el tema tratado.

Los alumnos trabajan por equipos uno de los cuatro tipos de procedimientos que se han descrito. Al realizar una nueva actividad cada equipo cambia de papel en la clase. Este carácter dinámico de las actividades en cada tema garantiza que el cambio no solo motive a los alumnos por la novedad temática, sino que también cambian el tipo de tareas que desarrollarán; unas tareas que, por otra parte, van conociendo a medida que las van ejercitando los compañeros de los otros grupos. El aula como una comunidad de investigación solidaria al propiciar el acercamiento a temas valorativos socialmente controvertidos a través del diálogo y la racionalización de la controversia, permite una estrecha vinculación entre la formación desde un enfoque CTS y la educación en valores, promoviendo el aprendizaje de estrategias de investigación variadas, de carácter cooperativo y enmarcadas en contextos sociales educativamente relevantes.

### **3-Talleres CTS.**

Son espacios prácticos donde se plantean las relaciones entre la sociedad, la naturaleza y el conocimiento científico y tecnológico. En los talleres los estudiantes trabajan sobre la base del Ciclo de la Responsabilidad (Waks, 1988), figura 3.2 como una de las estrategias probadas en el ámbito internacional en el campo de la formación en valores desde un enfoque CTS. En su desarrollo lleva implícito el método de resolución de problema como investigación.

Para el desarrollo del taller:

- ◆ Se coloca en el centro del debate, el tema científico tecnológico controvertido y a partir de él se elabora la tarea docente.
- ◆ El estudiante adopta la posición de un individuo socialmente comprometido que debe darle solución al problema.

- ◆ El estudiante asume, para la resolución del problema, las fases del ciclo de la responsabilidad.

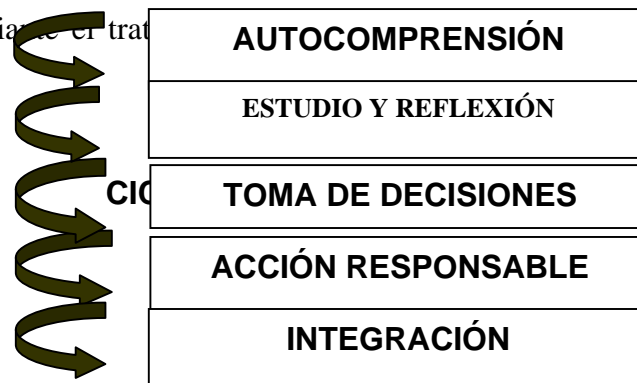
**Autocomprensión**, en esta fase el que aprende considera la necesidad de resolver el problema y las responsabilidades que debe asumir.

**Estudio y reflexión**, el estudiante toma conciencia del problema y hace un estudio del mismo en torno a los cuatro núcleos conceptuales formativos del enfoque CTS.

**Toma de decisiones**, en esta fase el estudiante aprende sobre los procesos de toma de decisiones, para más tarde tomar realmente decisiones y defenderlas con razones y evidencias.

**Acción responsable**, el estudiante planifica y lleva a cabo la acción, tanto de manera individual como colectiva.

**Integración**, en esta fase el estudiante debe aventurarse más allá del tema específico hacia consideraciones CTS más amplias, incluyendo el desarrollo de la capacidad valorativa mediante el tratamiento del proceso desde un enfoque CTS.



**Figura 3.3 Esquema representativo del ciclo de la responsabilidad.**

#### **4- Los Proyectos Ambientales.**

Están enfocados a hacer de los problemas ambientales de las instituciones, o de su entorno inmediato, el espacio pedagógico que promueva objetivos educativos (Giordan y Souchon, 1997).



El proceso comienza por la concreción de determinadas interrogantes o problemas ambientales, se planifica la investigación teniendo en cuenta el carácter fuertemente interdisciplinario y participativo de la educación ambiental (Osorio, 1999).

La educación ambiental, con estrategias basadas en la resolución de problemas como investigación, debates organizados tanto simulados como reales, ciclos de responsabilidad, etc; Son los que deben orientar estas acciones. Esto nos coloca en el corazón de las controversias valorativas, ya que tales funciones ponen en juego los valores científicos, valores hacia la ciencia, su relación con la tecnología y su aprendizaje y valores sociales del desarrollo científico tecnológico desde ámbitos valorativos de tipo ético, político y estético.

Se requiere que en los proyectos y actividades de Educación Ambiental, las metodologías y estrategias correspondan a conceptualizaciones claras, para lograr los impactos requeridos en lo que a los procesos de formación se refiere actitudes y valores para el manejo del ambiente. Es necesario que no haya más divorcio entre las concepciones educativas y las concepciones ambientales para contribuir de esta manera a aclarar las confusiones y dificultades que existen para comprender el concepto de ambiente como globalidad, que incluye tanto lo natural como lo cultural y lo social.

Las actividades que se desarrollen en un proceso de formación científica sirviéndose de todas aquellas vías que implique el autoreconocimiento de la

persona y del reconocimiento del papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad que logren una aproximación cultural, una educación para la acción, una orientación hacia una educación interdisciplinar y un enfoque de aprendizaje de cuestiones problemáticas, constituyen las formas por las cuales es posible aprender a valorar, conocer y utilizar la naturaleza y la sociedad desde un enfoque CTS.

Para desarrollar la metodología proponemos:

- Diseñar cada tema alrededor de una temática científica controvertida, que dé sentido al estudio que se va a realizar, y a partir de la cual se derive el resto de los problemas y tareas que se considerarán.
- Las actividades CTS que se planifiquen para comenzar cada tema deben contener tareas docentes que revelen la experiencia que ya tienen los alumnos sobre el tema en cuestión (lo que contribuye a articular dicha experiencia con el nuevo contenido) y a hacerlos reflexionar sobre el interés social y personal de dicho tema (lo cual ayuda a que el estudio que van a realizar adquiera sentido para ellos). Todo esto contribuye a formar en los alumnos una idea global inicial, aunque aún superficial, del tema en estudio, y desarrolla su motivación.
- En las actividades que siguen deben plantearse tareas que sirvan para dar respuesta a las preguntas formuladas al inicio, para ahondar en la imagen global inicial que se ha formado. Se trata de que cada nueva tarea que se lleve a cabo constituya una profundización, ampliación y sistematización del estudio que se está realizando. Esto contribuye a formar una nueva imagen global, ahora más profunda y coherente, del tema estudiado.
- Mediante el método de resolución de problemas como investigación combinar diversas formas de trabajo: Diálogo entre el profesor y los alumnos; trabajo individual; trabajo en equipos e intercambio entre ellos; discusión y puesta en común en todo el grupo de los resultados obtenidos.
- Evaluar no solo determinados conocimientos y habilidades, como ha sido habitual hasta ahora, sino además, las ideas que tienen los alumnos acerca de la rama de la ciencia en cuestión, acerca de la importancia de los diferentes temas estudiados, de su relación con los problemas de la humanidad, del país y la comunidad; la experiencia adquirida por ellos para plantear y resolver preguntas o problemas, formular hipótesis, diseñar actividades prácticas; la actitud que manifiestan y las valoraciones que hacen al analizar diversas situaciones. Se comprende que semejante evaluación no puede realizarse solo mediante los tradicionales trabajos de control y exámenes finales; deben ser utilizadas también las cotidianas actividades

de aprendizaje: la participación en las discusiones de clase, la búsqueda de información, la elaboración de informes, la comunicación de resultados y la realización de actividades de laboratorio.

## ANEXO #1

### ◆ Muestra seleccionada:

En el caso de los estudiantes: El total de la población (estudio censal).

- Los 14 estudiantes de 1er año de la carrera de Geografía.
- Los 10 estudiantes de 1er año de la carrera de Química.
- Los 10 estudiantes de 1er año de la carrera de Biología.

En el caso de los profesores: Los que imparten las asignaturas que pertenecen al área de los fundamentos científicos en el primer año de las tres carreras:

- Carrera de Geografía.

El área de los fundamentos científicos incluye en 1er año la disciplina Geografía constituida por la siguiente asignatura.

#### ◆ Geografía General que incluye:

- Geografía de Cuba para 6to grado.
- Geografía I (Temas de Geografía Física).
- Geografía II (Temas de Geografía Económica).
- Geografía III (Temas de Geografía de Cuba).

Fueron encuestados los 4 profesores que imparten esta asignatura en la carrera de Geografía.

- Carrera de Química.

El área de los fundamentos científicos incluye en 1er año la disciplina Química constituida por la siguiente asignatura.

#### ◆ Química para Secundaria Básica que incluye temas de

- Química General e Inorgánica
- Química Física.
- Análisis Químico.

Fueron encuestados los 3 profesores que imparten esta asignatura en la carrera de Química.

- Carrera de Biología

El área de los fundamentos científicos incluye en 1er año la disciplina Biología constituida por la siguiente asignatura.

◆ Biología para Secundaria Básica que incluye temas de

- Botánica
- Microbiología
- Zoología

Fueron encuestados los 3 profesores que imparten esta asignatura en la carrera de Biología.

## **ANEXO #2**

### **Modelo de resolución de problemas como investigación.**

- A- Considerar cuál puede ser el interés de la situación problemática abordada.
- B- Comenzar por un estudio cualitativo de la situación, intentando acotar y definir de manera precisa el problema, explicando las condiciones que se consideran reinantes.
- C- Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la solución buscada.
- D- Elaborar y explicitar posibles estrategias de resolución antes de proceder a ésta.
- E- Realizar la resolución verbalizando al máximo, fundamentando lo que se hace y evitando, una vez más, operativismo.
- F- Analizar cuidadosamente los resultados a la luz de las hipótesis elaboradas.
- G- Considerar las perspectivas abiertas tras la resolución de este problema contemplando, por ejemplo, la conveniencia de abordar la situación a un nivel de mayor complejidad o estudiando sus implicaciones teóricas (profundización en la comprensión de algún concepto) o prácticas (posibilidad de aplicaciones técnicas). Concebir, muy en particular, nuevas situaciones a investigar, sugeridas por el estudio realizado.
- H- Elaborar una memoria que explique el proceso de resolución y que destaque los aspectos de mayor interés en el tratamiento de la situación considerada. Incluir, en particular, una reflexión global sobre lo que el trabajo realizado puede haber aportado, desde el punto de vista metodológico u otro.

### ANEXO #3

#### Encuesta a profesores.

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener información de cuál es la visión que sobre las ciencias y sus vínculos con el entorno social posee y como lo aborda en su asignatura. En este sentido le pedimos su más sincera y justa colaboración.

Muchas gracias

1-Usted considera que la ciencia es:

	Acuerdo	Desacuerdo
<input type="checkbox"/> Teorías científicas verdaderas.	-----	-----
<input type="checkbox"/> Sistema de conocimientos que refleja la realidad de forma rigurosa y objetiva.	-----	-----
<input type="checkbox"/> Actividad humana dirigida a la búsqueda y descubrimiento de leyes basado en la experimentación.	-----	-----
<input type="checkbox"/> Producción, distribución y aplicación del conocimiento.	-----	-----

2-La ciencia se construye sobre la base de conocimientos que se apoyan en:

--- La contemplación de la naturaleza.

--- Un conjunto de mediciones que a lo largo de su desarrollo la propia ciencia y la técnica han venido construyendo y a través de ella se realiza la investigación.

--- En la racionalidad, es decir, en la experimentación y el descubrimiento de leyes.

3-Considera la relación entre ciencia y tecnología como la manera de asociar.

---- Ciencia al conocer y tecnología al hacer.

---- Tecnología un saber cómo, sin exigir necesariamente un saber por qué.

---- No existe límite entre conocer y hacer.

---- Tecnología un operar eficaz que conoce las razones de su eficacia y sobre ella se funda.

4- Consideras que cada problema científico ha de ser tratado autónomamente, sin mezclarlo con otras cuestiones y resultados para evitar las confusiones que ello pueda producir.

5- ¿A qué puede atribuirle el desinterés de los alumnos hacia el estudio de las ciencias?. Márquelos por orden de selección.

---- Procedencia social de los estudiantes.

---- Motivos e intereses de los estudiantes.

---- Actitud y las expectativas del profesor hacia los alumnos.

---- Enfoque que se le da a los contenidos.

---- Libro de texto y bibliografía de consulta no actualizados.

---- Currículum no actualizado.

---- Tratamiento operativo de los conocimientos abordados.

---- Evaluación no productiva.

---- Forma de trabajo en el aula.

---- Escaso tratamiento a los conocimientos relacionados con historia social de la ciencia.

6- Le da tratamiento a las siguientes problemáticas en sus clases (ponga un ejemplo de cómo lo hace):

. Relatividad e historicidad del conocimiento científico.

. Naturaleza social de la producción del conocimiento científico.

. Impacto social del conocimiento científico.

. El problema de la responsabilidad social del científico.

7- ¿Deben incluirse las actividades con enfoque CTS en las clases de ciencias naturales?. De sus razones.

8- Conoce de métodos eficaces para desarrollar el proceso docente educativo desde un enfoque CTS.

### Encuesta a estudiante.

Como futuro profesional de la educación en el área de las ciencias naturales debes poseer ya, como resultado de los estudios realizados hasta el momento, una determinada noción acerca de qué es y cómo opera la ciencia en un contexto social determinado. El presente cuestionario pretende obtener información de cual es la visión que sobre la ciencia y sus vínculos con el entorno social has alcanzado, con el objetivo de poder perfeccionar, desde nuestras aulas, la formación científica que necesitas.

En este sentido le pedimos su más sincera y justa colaboración.

Muchas gracias.

1- La ciencia es:

	Acuerdo	Desacuerdo
<input type="checkbox"/> Teorías científicas verdaderas	-----	-----
<input type="checkbox"/> Sistema de conocimientos que refleja la realidad de forma rigurosa y objetiva.	-----	-----
<input type="checkbox"/> Actividad humana dirigida a la búsqueda y descubrimiento de leyes basada en la experimentación.	-----	-----
<input type="checkbox"/> Producción, distribución y aplicación del conocimiento.	-----	-----
<input type="checkbox"/> Actividad humana dirigida a la investigación donde no faltan confusiones ni errores.	-----	-----

2- ¿Consideras que la ciencia es importante para el desarrollo social? ¿Por qué?

3- ¿Crees que el entorno social en el que se produce la ciencia influye sobre el desarrollo de esta? ¿Cómo?



4\_ Cite tres(3) cualidades que a su juicio debe poseer un científico.

----

----

----

5\_ Consideras que existe relación entre ciencia y tecnología. Ves esta relación como la manera de asociar:

----- Ciencia al conocer y tecnología al hacer.

----- Tecnología un saber cómo, sin exigir necesariamente un saber por qué.

----- No existe límite entre conocer y hacer.

6\_ El proceso de desarrollo de la ciencia es un proceso acumulativo de más y más conocimientos.

## **ANEXO #5**

### **Guía de observación**

Observador: \_\_\_\_\_

Tema: Visión que se transmite de la ciencia en las asignaturas que conforman el área de los fundamentos científicos de las carreras de Química, Biología, Geografía en el ISP "Rafael M de Mendive".

Objetivo: Observar cómo los profesores dirigen el proceso de formación científica en su asignatura.

1. - El método provoca la modificación de los que intervienen en el proceso.

¿De que forma?-----.

2. - Los contenidos que se abordan se vinculan con aspectos relevantes de las interacciones CTS como son:

----- Carácter colectivo de la ciencia.

----- Carácter evolutivo y revolucionario del desarrollo de los conocimientos científicos.

----- Naturaleza Social del proceso de producción del conocimiento.

----- Carácter dialéctico del conocimiento.

----- Puntos de contacto y articulación entre disciplinas científicas afines.

----- Teorías y leyes científicas abordando controversias históricas.

----- Impacto social de la ciencia. Incidencias del conocimiento científico en transformaciones sociales de importancia. Incidencia en los problemas medio ambientales. Implicación ética de la ciencia.

----- Cuestiones de historia social de la ciencia.

3. -¿Qué visión de la ciencia es transmitida?

-----Visión empírica y ateórica, que identifica la ciencia con la observación y el laboratorio. -

-----Visión lineal y acumulativa del desarrollo de la ciencia que ignora las crisis y remodelaciones.

-----Visión aproblemática y no histórica, que transmite conocimientos ya elaborados, sin mostrar los problemas que generaron su construcción.

-----Visión individualista, el conocimiento científico aparece como obra de genios aislados.

----- Visión elitista que esconde la significación de los conocimientos tras el aparato matemático y el trabajo científico como dominio reservado a minoría.

----- Visión contextualizada socialmente, relacionada con los problemas del mundo, sin ignorar sus complejas interacciones con la tecnología y la sociedad.

----- Visión contextualizada históricamente pero solo como una forma de elevar el nivel de información científico de los estudiantes.

4. - Los medios utilizados responden a las expectativas de desarrollar la clase con un enfoque CTS.

4.1 Son aprovechados en este sentido.

5. -¿Qué organización se le da al espacio y la forma en el aula?

----- Espacio comunicativo del aula predominio de los seriados o secuencial (clases unidireccionales) donde el profesor realiza el papel de experto que brinda toda la información.

----- Distribución de los contenidos y las tareas a todos (aprendizaje activo y docencia participativa).

6. - El sistema de evaluación que se utiliza permite

----- La participación de todos los componentes personales del proceso.

----- Está instrumentado de forma tal que ofrece la posibilidad de informarnos del progreso de los alumnos en la adquisición de conocimiento y también de métodos, procedimientos, valores y normas de actuación.

## ANEXO #6

### Resultados de la encuesta a profesores.

#### 1- Concepto de ciencia.

Teorías científicas Verdadera.	8	66,6%
Sistema de conocimientos que reflejan la realidad Objetiva.	12	100%
Actividad humana dirigida al descubrimiento de leyes, basado en la experimentación.	7	58.3%
Producción, distribución y aplicación de conocimientos.	3	25%

#### 2- La ciencia se construye sobre la base de conocimientos que se apoyan en:

Contemplación de la naturaleza.	0	0%
Conjunto de mediciones a lo largo del desarrollo de la ciencia y mediante ellas se realizan las investigaciones.	3	25%
Experimentación y descubrimientos de leyes.	9	75%

#### 3- Relación entre ciencia y tecnología.

Ciencia al conocer y tecnología al hacer.	6	50%
Tecnología un saber cómo sin exigir un saber por qué.	2	16.6%
No existe límite entre conocer y saber.	4	33.3%

#### 4 Tratamiento de los problemas científicos.

Las respuestas dadas por los profesores se centran mucho más sobre los conceptos, las teorías y los procedimientos de la ciencia que sobre su

construcción, evolución, influencia de la sociedad en el desarrollo del conocimiento científico e impactos del desarrollo científico en la sociedad, evitan el tratamiento de situaciones controvertidas que propicien el desarrollo de la capacidad valorativa en los estudiantes, transmitiendo así una concepción inadecuada e incompleta sobre su disciplina.

5. Atribuyen el desinterés de los estudiantes por el estudio de la ciencia a: ubicados por orden de selección.

---- Motivos e intereses de los estudiantes.

---- Forma de trabajo en el aula.

---- Enfoque que se le da a los contenidos.

---- Tratamiento operativo de los conocimientos abordados.

---- Escaso tratamiento a los conocimientos relacionados con historia social de la ciencia.

---- Evaluación no productiva.

---- Libro de texto y bibliografía de consulta no actualizados.

---- Currículum no actualizado.

---- Actitud y las expectativas del profesor hacia los alumnos.

---- Procedencia social de los estudiantes.

6- El tratamiento de estas problemáticas se centra fundamentalmente en mostrar la historia de la ciencia como un aspecto básico de la cultura científica general, y no como una forma de asociar los conocimientos científicos con los problemas que originaron su construcción y con la evolución de dichos conocimientos sin lo cual aparecen como construcciones arbitrarias. Otra manera de tratar la historia de la ciencia es asociándola con una sucesión ordenada de científicos que hacen descubrimientos y construyen teorías mostrándolos como genios que trabajan en solitario y la historia de la tecnología como la aplicación práctica de esos descubrimientos, lo cual no permite la comprensión de la unidad que existe entre las actividades científicas y tecnológicas para forjar una conciencia acerca de la responsabilidad social que tienen los hombres en cuanto a la labor que realizan y sus consecuencias.

7- ¿Deben incluirse las actividades CTS en las clases de ciencias naturales?.

100% de los profesores están de acuerdo con incluirlas.

En sus razones manifiestan una vaga noción de las complejas y múltiples interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. 9 de los docentes que representan un 75% de los encuestados plantean que ya están incluidos cuando introducen situaciones problemáticas.

8- Conoce de métodos eficaces para desarrollar el proceso docente educativo desde un enfoque CTS.

8 docentes que representa el 66.6 % de los encuestados reconocen no poseer dominio de métodos eficaces.

### ANEXO #7

#### Resultados de la encuesta a los estudiantes.

##### 1- Concepto de ciencia.

	De acuerdo	
Teorías científicas verdaderas	34	100%
Sistema de conocimientos que reflejan la realidad objetiva	30	88.23%
Actividad humana dirigida a la búsqueda de leyes basado en la experimentación	24	70.58%
Producción, distribución y aplicación de conocimientos	9	26.47%
Actividad humana dirigida a la investigación donde no faltan confusiones ni errores.	10	29.41%

##### 2- Importancia de la ciencia para el desarrollo social.

Plantean que la ciencia contribuye a resolver los problemas de la sociedad y al desarrollo de esta, manifiestan la importancia social creciente de la ciencia y sus impactos, pero presentan falta de claridad al precisar como ocurre esto.

##### 3- Influencia del entorno social en el desarrollo de la ciencia.

La mayor parte, 28 estudiantes (82.35%) consideran que las interacciones sociales dentro de la comunidad científica pueden afectar al conocimiento que producen los científicos. Aunque una minoría 6 estudiantes (17.64%) piensa que los científicos se encuentran al margen de influencias sociales, la totalidad cree que éstas afectan al

conocimiento desarrollado porque la ciencia responde a necesidades humanas de la sociedad (visión utilitarista), pero generalmente se ignoran otras formas de influencia social. Los estudiantes no tienen una opinión claramente definida, ni a favor ni en contra, sobre si los aspectos sociales influyen o no en el trabajo de los científicos y en sus descubrimientos (contextualismo).

4- Cualidades que debe poseer un científico.

- Inteligencia.
- Capacidades excepcionales.
- No tienen que ser hombres, pero la gran mayoría lo son.

5- Relación ciencia tecnología.

Ciencia al conocer y Tecnología al hacer	28	82.35%
Tecnología un saber cómo sin exigir un saber por qué	4	11.76%
No existe límite entre conocer y saber	2	5.88%

6- El proceso de desarrollo de la ciencia es un proceso acumulativo de más y más conocimientos.

El 100% de los estudiantes encuestados están de acuerdo con decir que es un proceso acumulativo.

## **ANEXO #8**

Temas científicos y tecnológicos socialmente controvertidos.

1-Estudio científico, tecnológico y social de la utilización de las diferentes fuentes de energía a lo largo de la historia. Impactos y control en la sociedad actual de la utilización de la energía nuclear.

2-El impacto del calentamiento global (efecto invernadero). Estudio y análisis de las bases científicas del efecto invernadero. Repercusión social de sus posibles efectos, como son los cambios climáticos y el aumento del nivel del mar. Control en la sociedad actual de la contaminación del medio ambiente producto a los gases tóxicos.

3-Estudio y análisis de los riesgos asociado al uso de los productos químicos a lo largo de la historia. Impactos y control en la sociedad actual de la utilización de productos químicos.

4-Estudio científico, tecnológico y social del desarrollo genético. Impactos y control en la sociedad actual.

5- Estudio científico, tecnológico y social del desarrollo de la teoría atómico molecular.  
La teoría cuántica como pilar del desarrollo actual.

6- Ejemplos que suponen un notable debate social porque implican diversas opciones controvertidas desde los diversos ámbitos valorativos (éticos, estéticos y políticos). Son los siguientes:

- Educación en la integración grupal y la convivencia en la sociedad.
- Educación en la paz y en los derechos humanos.
- Educación en la ciudadanía.
- Educación ambiental.
- Educación en la salud.
- Educación en la sexualidad.
- Educación en el consumo.

7- Estudio y análisis del trato agresivo y desconsiderado que se ha tenido con el medio ambiente, llegando a constituir una fuente importante de agresiones físicas, psicológicas y sociales las siguientes:

- Problemas ambientales, como el agotamiento de los recursos naturales a causa de la explotación económica incontrolada.
  - El deterioro de la calidad de nuestra atmósfera y de nuestras aguas como consecuencia del desarrollo industrial mal planificado.
    - La contaminación acústica a causa del tráfico.
- La desaparición en ocasiones irreversibles de muchas especies de la fauna y de la flora a causa de la presión humana y, en general, de la degradación del medio ambiente debida a la acción del hombre.

8 –Estudio de la relación de la química con la vida diaria. Por ejemplo la relación con los recursos naturales y los procesos industriales Gestión de recursos naturales, producción y reciclado de materiales. Contaminación ambiental y su problemática.

9 - Estudio y análisis del crecimiento de la influencia agresiva para el medio físico y nociva para los seres vivos, fruto de comportamientos guiados por intereses y valores particulares, sin atender a sus consecuencias futuras o para otros. Estudio y análisis de acciones positivas e influencia social con respecto a estas situaciones.

Ejemplo de estas situaciones:

- La contaminación ambiental (suelos, aguas y aire) y sus secuelas (efecto invernadero, lluvia ácida, destrucción de la capa de ozono, etc.) que apuntan a un peligroso cambio climático.
- Agotamiento de los recursos naturales (capa fértil de los suelos, recursos de agua dulce, fuentes fósiles de energía, yacimientos minerales, etc.).
  - Degradación de ecosistemas, destrucción de la biodiversidad (causa de enfermedades, hambruna...) y, en última instancia, desertificación.
    - Destrucción, en particular, de la diversidad cultural.
- Los desequilibrios existentes entre distintos grupos humanos –asociados a falta de libertades e imposición de intereses y valores particulares- que se traducen en hambre, pobreza, ... y, en general, marginación de amplios sectores de la población.
- Las distintas formas de conflictos y violencias asociados, a menudo, a dichos desequilibrios, como: las violencias de clase, interétnicas, interculturales... y los conflictos bélicos (con sus secuelas de carrera armamentística, destrucción...); la actividad de las organizaciones mafiosas que trafican con armas, drogas y personas, contribuyendo decisivamente a la violencia ciudadana; la actividad especuladora de empresas transnacionales que escapan al control democrático e imponen condiciones de explotación destructivas de personas y medio físico.

10-Estudio científico, tecnológico y social de la utilización de las armas a lo largo de la historia. La militarización de la ciencia y la tecnología.

11-Estudio científico, tecnológico y social de la utilización de las comunicaciones y transporte a lo largo de la historia. Desde la telegrafía hasta internet. Impactos y control en la sociedad actual.

12-Estudio y análisis de los riesgos asociados al uso de los productos químicos en el consumo. Nociones de química de los alimentos. Nociones sobre tecnología de los alimentos. Estudio de la posible toxicidad de un aditivo químico a los alimentos.  
Hechos que se han dado a lo largo de la historia y demuestran este incidente.

13-Los problemas sociales tales como educación para la salud, para el consumo, para la paz, medioambiental, la perspectiva social del género en la ciencia y la tecnología, etc.



## Invariantes del conocimiento de la geografía:

Medio Ambiente

Litosfera (Rocas, relieve)

Atmósfera (Temperatura, presión atmosférica, vientos, masas de aire, humedad, precipitaciones, clima).

Hidrosfera (Aguas subterráneas, aguas superficiales, aguas de océanos y mares).

Biosfera (Suelos, vegetación, fauna, hombre).

Economía (Recursos naturales, producción material, relaciones económicas).

Sociedad (Población, migraciones).

Espacio Geográfico (Mapa político, localidad).

## Invariantes del conocimiento de la química:

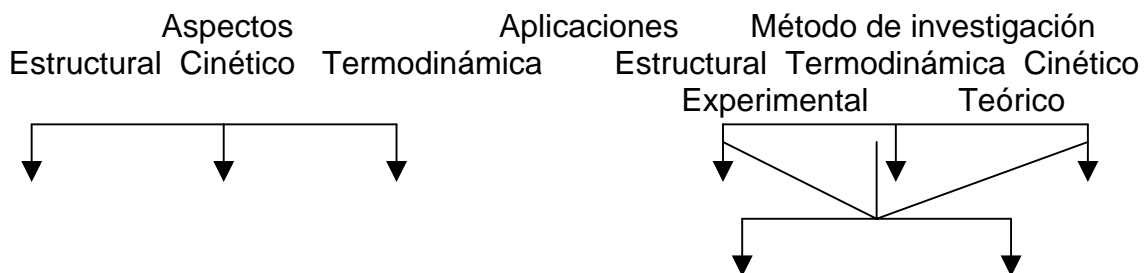
Objeto de estudio de la Química



Movimiento químico de la materia



Las sustancias y las reacción química



### **Invariantes del conocimiento de la biología:**

- ◆ Reino
- ◆ Organismo
- ◆ Sistema de órganos
- ◆ Tejidos
- ◆ Células

### **RELACIONES:**

ORGANISMO - MEDIO AMBIENTE – ADAPTACIÓN

ORGANISMO - DIVERSIDAD - UNIDAD

ORGANISMO – ESTRUCTURA – FUNCIÓN

### **ANEXO #10.**

#### **Contenidos de la formación integral.**

- ◆ **Indicadores cualitativos y núcleos conceptuales de la formación ambiental (Marrero, et al. 1999).**

Indicadores cualitativos:

Cuidado y conservación de la biodiversidad y su entorno.

Sentimientos de amor a la naturaleza y la sociedad.

Uso racional de recursos naturales.

Actitud consciente y científica ante la contaminación ambiental.

Núcleos conceptuales formativos.

Relación naturaleza sociedad:

Fauna, vegetación, desarrollo sostenible, crecimiento de la población, calidad de vida y salud.

Medio ambiente:

Conservación, biodiversidad, contaminación, saneamiento, mejoramiento, componentes bióticos y abióticos y socioeconómicos.

Recursos naturales:

Energéticos, suelos, minerales, hidráulicos, clima y ahorro.

Contaminación:

Atmósfera, emisión de gases, agua, lluvias ácidas, suelos, erosión, desertificación, deforestación y contaminación acústica.

Problemas globales regionales y locales:

Globalización, capa de ozono, efecto invernadero y cambio climático.

◆ **Indicadores cualitativos y núcleos conceptuales de la formación laboral y económica, (Gómez, m. I., 2001).**

Indicadores cualitativos:

Orientación laboral.

Motivación laboral.

Conciencia de productor.

Respeto al trabajo y al trabajador.

Cultura económica.

Disciplina laboral.

Higiene laboral.

Cultura laboral.

Núcleos conceptuales formativos:

Áreas básicas.

Recursos materiales y humanos.

Problemas laborales y económicos.

Producción agrícola e industrial.

Fuentes de energía.

Fenómenos energéticos.

Innovación y racionalización.

Atención cultural a plantaciones.

Aporte socialmente útil.

Eficiencia económica.

Eficiencia de los procesos económicos.

Potencial económico.

Entidad económica.

◆ **Indicadores cualitativos y núcleos conceptuales de la formación salud y sexualidad (Marrero, et al., 1999).**

Indicadores de formación:

Actitud responsable ante la salud:

Higiene personal y colectiva, descanso y sueño, higiene del medio ambiente control sanitario del agua de consumo, nutrición e higiene de los alimentos, medicina preventiva y protección e higiene del trabajo.

Actitud sexual responsable y feliz:

Igualdad, equidad, respeto, amistad, colaboración y amor.

Personalidad y reproducción humana.

Características psico sexuales.

Enfermedades de transmisión sexual, autoestima y, toma de decisiones y relaciones interpersonales.

- ◆ Indicadores cualitativos y núcleos conceptuales de la formación energética (Paula, al., 2001).

Relación:

HOMBRE – ENERGÍA – ECONOMIA

HOMBRE – ENERGIA – SOCIEDAD

HOMBRE – ENERGIA – NATURALEZA

Núcleos conceptuales:

Crisis energética.

Contaminación energética.

Producción energética.

Ahorro energético.

Fuentes energéticas.

- ◆ Indicadores de la formación patriótica:

Los fundamentos políticos ideológicos que sustentan la formación patriótica, militar e internacionalista implica lograr que los estudiantes posean una sólida preparación sustentada en la ideología de la Revolución Cubana, Martiana, Marxista-leninista y Fidelista; que sean portadores de los valores morales que deben caracterizar a los jóvenes revolucionarios cubanos, honradez, honestidad, laboriosidad, incondicionalidad, responsabilidad, patriotismo y antiimperialismo; y, de normas de comportamiento ciudadano que les permita

no sólo instruir con sólidos argumentos, sino educar con el ejemplo como activos y comprometidos participantes de la batalla de ideas que libra nuestro pueblo.

◆ **Indicadores de la formación estética:**

Se relaciona con la formación de la norma del gusto y las diversas formas de apreciar y producir belleza en las obras humanas y en la naturaleza. Valoración de la biodiversidad natural y de las obras de arte.

◆ **Indicadores de la formación jurídica:**

Convivencia social.

Decisiones colectivas para la organización de dicha convivencia.

Defensa de la democracia como forma de convivencia social.

Reflexión racional.

Contextos susceptibles de ser evaluados de modo plural.