

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE INGENIERÍA

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA A TRAVÉS
DEL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD (CTS)**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
PRESENTA:**

María Amparo Oliveros Ruíz

Director:

Dr. Juan José Sevilla García

Mexicali, B. C., Febrero de 2011

Agradecimientos.

Agradezco a Dios, a mis padres, a mi esposo por su orientación y apoyo incondicionales y a mis hijas por su paciencia.

Agradezco el apoyo brindado por CONACYT para la realización de mis estudios de Posgrado. Asimismo, agradezco al Dr. Juan José Sevilla, al Dr. Miguel Schorr, al Instituto y a la Facultad de Ingeniería para la finalización de este proyecto

Índice

Índice	1
Resumen.	3
CAPÍTULO 1	4
Introducción.....	4
1.1 Planteamiento del problema	5
1.2 Justificación	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 Hipótesis:	8
CAPITULO 2	9
Marco Teorico.....	9
2.1. Concepto de Ciencia	9
2.2. Concepto de Tecnología	11
2.3. Concepto de Sociedad.	13
2.4. Los Enfoque CTS en la Educación Científica y Tecnológica.....	14
2.4.1. Las actividades CTS y el constructivismo.....	15
2.5. Modos de implementación de la educación CTS y valores.	17
2.5.1 El aula como comunidad de investigación solidaria.	17
2.6. El contexto curricular	20
2.6.1 La fuente sociológica.....	20
2.6.2. La fuente psicológica.....	21

2.6.3. La fuente pedagógica.	22
CAPITULO 3.....	27
METODOLOGÍA Y EXPERIMENTACION	27
3.1. Talleres vivenciales.	27
3.2. Materiales utilizados en el aula.....	29
3.3. Logística para el trabajo en grupo.	29
3.4. Metodología.....	30
CAPITULO 4	33
Resultados y Discusiones	33
4.1. Resultados	33
4.2 Discusión.....	39
CAPITULO 5.....	41
CONCLUSIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXO A. Productos Académicos	62

Resumen.

En el desarrollo de este trabajo se plantea la propuesta de la incorporación de los conceptos ciencia, tecnología y sociedad (CTS) en la enseñanza de la ciencia y la tecnología en la Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). También se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). Este cuestionario está diseñado de manera tal que nos permite evaluar las opiniones y actitudes de estudiantes y profesores sobre cuestiones de CTS, y de ahí poder identificar la apreciación que tienen los diferentes actores involucrados en el proceso de enseñanza aprendizaje sobre diversas cuestiones relativas a CTS, al mismo tiempo que se detectan las necesidades para la enseñanza y el aprendizaje. Después de un análisis de los resultados, se presentan propuestas de métodos didácticos y de investigación que permitan lograr un cambio de actitud en los estudiantes, el incremento del interés por los procesos de aprendizaje y los medios utilizados, contribuyendo a su socialización y educación. Así como también, la elaboración de una serie de recomendaciones y consejos para un mejor desempeño del personal docente de la Facultad, elementos para la toma de decisiones de los directivos en cuanto a la implementación del programa CTS y su incorporación como elemento evaluable en los procesos de acreditación y certificación de los programas educativos impartidos.

Palabras clave- Relaciones CTS, enseñanza y aprendizaje, alfabetización científica, cambio actitudinal

CAPÍTULO 1

Introducción

El estudiante de ingeniería del siglo XXI en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California en Mexicali, se enfrenta a los requerimientos del cambio del entorno industrial del Estado, donde la industria maquiladora inicia después de 40 años, la transición para convertirse en industria de alta tecnología que genera su propio conocimiento. La demanda de ser competitivos a nivel nacional e internacional dadas las condiciones actuales de globalización, es definitivamente un reto desde el punto de vista científico y tecnológico, por lo que son necesarias nuevas estrategias en la enseñanza de las ciencias.

El binomio común Ciencia-Tecnología que dominó durante el siglo XX, continuará como la plataforma del conocimiento y la fortaleza técnica. Sin embargo, el factor humano se presenta como el componente preponderante para el éxito en todas las nuevas empresas, donde la responsabilidad social complementará la nueva plataforma del desarrollo, la investigación y la innovación tecnológica. Sería de esperar entonces, que los alumnos mostrasen mayor motivación y mejores actitudes hacia el estudio y aprendizaje de las materias de corte humanista, pero diversas investigaciones en didáctica de las ciencias experimentales han demostrado que estas van decreciendo a lo largo de las etapas educativas (Simpson *et al* 1990, Shigley 1990). Además, otras investigaciones han demostrado que un porcentaje importante de alumnos poseen imágenes descontextualizadas, distorsionadas o incompletas de las mismas, poco

conectadas con la realidad, ya que no consideran aspectos de su historia y su evolución (Gil 1989, Solbes *et al* 1996). Una de las tareas del sistema educativo es la transmisión del conocimiento, formas de hacer, valores, creencias, normas, etc. El nuevo esquema que se propone en este trabajo, está conformado por la terna Ciencia-Tecnología-Sociedad, en el que se potencia la formación de ciudadanos responsables, críticos y respetuosos con el medio ambiente y la sociedad en su conjunto.

A partir de esta fórmula, seguramente se derivarán un sin número de modificaciones y aplicaciones a la medida de las economías de los distintos países involucrados en estas sociedades del conocimiento. No obstante, dadas las condiciones del entorno actual los estudiantes fácilmente se adaptan cada vez más a una situación global que es la que prevalece en el quehacer diario de los ámbitos educativos o de ejercicio profesional.

1.1 Planteamiento del problema

La ciencia y la tecnología desde el siglo XIX, son sin duda las principales causas del progreso social de las naciones, nadie pone en duda que el conocimiento y aplicación de ambas ha modificado profundamente la cultura, los modos de vida de las personas, la sociedad y el entorno. Sin embargo, el siglo XX desencadenó una serie de ciertos excesos tecnológicos y científicos en particular en la década de los sesentas y setentas, lo que provocó sentimientos de temor y críticas ciudadanas.

En el siglo XXI existen ambas visiones, no obstante, ha surgido un consenso creciente por el cual se admite que si bien la ciencia y la tecnología nos proporcionan numerosos y positivos beneficios, traen consigo también impactos negativos.

1.2Justificación

El estudio de las formas en las cuales los docentes y demás miembros del personal de la Facultad de Ingeniería, desarrollan sus conocimientos, comprensiones, habilidades y técnicas durante el curso de sus carreras, representa un importante campo de investigación aplicada a la mejora de la enseñanza de la ingeniería. La calidad del personal, es sin duda el factor más crítico en relación con el mejoramiento de los servicios que estas instituciones deben prestar a la sociedad.

Los estudiantes de hoy y futuros ingenieros buscan resultados educativos ambiciosos; capacidades y habilidades prácticas; capacidad de innovación responsable y una visión humanística y socioeconómica de la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, que les permitan integrarse una nueva y compleja sociedad del conocimiento.

Ello demandará docentes familiarizados con estrategias que faciliten la relación entre métodos de enseñanza y de evaluación, con objetivos de aprendizaje, y que a su vez, estén más interesados con la calidad de la educación ofrecida para el beneficio de la sociedad. Muchas universidades en el país, aun no han asimilado las consecuencias de estas transformaciones, y esto es particularmente cierto en las Escuelas de Ingeniería, debido a que las mismas están sujetas a organizaciones y a diseños curriculares

obsoletos elaborados para satisfacer rígidos procesos de enseñanza- aprendizaje, e inclusive para el cumplimiento de requisitos impuestos por los organismos encargados de la evaluación de programas educativos en pro de la acreditación o certificación de la calidad de los mismos. (Osorio 2004)

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

Diagnosticar las causas que impiden la incorporación de las componentes sociedad y ambiente a la formación científica y tecnológica de los estudiantes de ingeniería, para diseñar las estrategias que permitan la formación integral de profesionistas incorporables a una economía del conocimiento.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Sensibilizar al maestro del cambio de la didáctica tradicional por el enfoque ciencia, tecnología y sociedad.
- b) Diseñar e implementar estrategias adecuadas que permitan al alumno recibir la capacitación en desarrollo profesional y humano, y la puesta en práctica de estos conocimientos.

1.4 Hipótesis:

En la enseñanza de la ciencia y la tecnología en la Facultad de Ingeniería de la UABC, campus Mexicali, se proporciona en ocasiones una imagen aislada de su contexto social, predominantemente teórica y cuantitativa, que ignora su conexión con el mundo circundante, así como sus aplicaciones en el entorno natural y social, adquiriendo los alumnos una visión incompleta, distorsionada y descontextualizada de la ciencia y de la tecnología.

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

En este capítulo se presentan, los conceptos, las dificultades que enfrentan la enseñanza de la ciencia y las respuestas que desde la psicología y la didáctica surgen, así como la didáctica del constructivismo y el contexto educativo en el que nos encontramos.

El aprendizaje permanente de la ciencia y la tecnología promovido por la UNESCO (1993) y la OCDE , debe estar al servicio de la humanidad, contribuir a que la mayor parte de la población disponga de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, resolviendo sus problemas y necesidades básicas de supervivencia, y formándose opiniones fundamentadas sobre las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS) que se evidencian, por ejemplo, cuando se comprende más profundamente la naturaleza, se aspira a un entorno sano y sostenible y a una mejor calidad de vida.

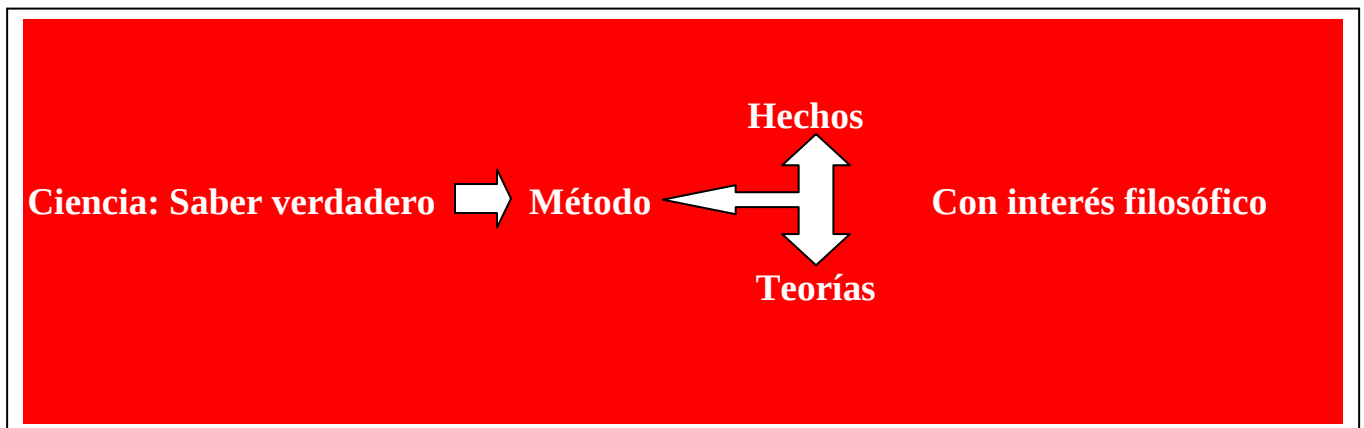
2.1. Concepto de ciencia

Algunos autores de los primeros dos tercios del siglo XX tuvieron una repercusión importantísima en el debate sobre la ciencia. Entre ellos había varias posturas contrapuestas. Fundamentalmente dos: la del positivismo lógico y la de Popper. Sin embargo, estas posiciones contrapuestas, compartían esta idea: la ciencia es un saber verdadero gracias a que emplea un determinado método para relacionar hechos y teorías. Este acuerdo entre popperianos y neopositivistas forma parte de la idea común

sobre la ciencia. De hecho, para muchas personas podría ser la definición que estaríamos buscando.

No obstante, la afirmación de que la ciencia es un saber verdadero que emplea un determinado método para relacionar hechos y teorías tiene muchas implicaciones que no todo el mundo asumirá. Porque si la ciencia es, sobre todo, un *saber*, entonces el estudio que merece es conceptual (es decir lógico) y no sociológico, psicológico o histórico (es decir, apoyado en otros hechos o circunstancias), y si es *verdadera*, entonces el respeto que merece es absoluto. Y si surge de la aplicación de un *método*, entonces la clave de la acción científica consistirá en su utilización rigurosa. Y, por último, si relaciona *hechos y teorías*, entonces habrá que saber qué peso le corresponde a unos y otras (cuadro 1).

Cuadro1. Relación entre hechos y teorías.



2.2. Concepto de Tecnología

La definición de la tecnología resulta especialmente difícil al ser indisociable de la propia definición del ser humano. Sin embargo, conviene tener en cuenta cuál es la idea más usual y tópica sobre ella. El diccionario (Larousse) define la tecnología como; ***conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial***, o también como ***el conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto***. Aunque las dos definiciones difieran en el carácter de conocimiento o de práctica que deba distinguir a la tecnología, ambas parecen coincidir en cuanto a que el ámbito definitorio de la tecnología está en la producción, especialmente en la producción industrial.

Según el diccionario (Larousse), la idea de tecnología está relacionada con la producción material ligada a la industria. En este sentido, la tecnología sería relativamente moderna, al menos tanto como la propia producción industrial. Seguramente por ello el término *tecnología* parece indicar una mayor sofisticación que el de *técnica*.

Las técnicas se darían en las formas preindustriales de producción y serían algo así como habilidades o destrezas que no requerirían del concurso de conocimiento científico alguno, sino que progresarían por el uso de intuiciones prácticas continuamente corregidas por la experiencia. La tecnología podría ser considerada, por tanto, como el conjunto de procedimientos que permiten la aplicación a la producción industrial de los conocimientos propios de las ciencias naturales. Por su parte, la técnica correspondería a los tiempos anteriores al uso de los conocimientos científicos como base del desarrollo tecnológico industrial.

Dos tópicos aparecen así en esta consideración común de la tecnología. El primer tópico sería su dependencia de otros conocimientos más básicos. El segundo, el carácter material de sus productos. Esos dos tópicos son ideas comúnmente aceptadas, pero no por ello necesariamente ciertas (cuadro 2)

Cuadro 2. Consideraciones comunes para la definición de tecnología

CRITERIO DE DEMARCACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS	<i>Técnica ≠ Tecnología</i> <i>Tecnología = Ciencia aplicada a los procesos de producción</i>	
CRITERIO DE CLASIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS	<i>Clasificación de las tecnologías = Clasificación de las ciencias</i>	<i>Clasificación de las tecnologías = Clasificación de los sectores productivos</i>

2.3. Concepto de Sociedad.

Es innegable la importancia social que hoy tiene el complejo científico-tecnológico. Las nuevas formas de la organización social están basadas en gran medida en la ciencia. Es decir, la tecnociencia impregna toda la vida social. No sólo porque estemos rodeados de artefactos sino porque nuestra vida económica y social sería impensable sin ellos.

Si la ciencia, en un principio, aplicó su saber a la producción, hoy se aplican las estrategias productivas a la propia ciencia. Esto ha hecho que el siglo XX haya sido llamado el siglo de la ciencia.

En los últimos cincuenta años han vivido más científicos que en toda la historia anterior, y la producción de artículos y revistas científicas sigue creciendo exponencialmente. Vivimos en sociedades donde los principales flujos ya no son de energía, sino de información. El reto ahora es saber cómo utilizar y manejar ese caudal de informaciones, a veces contradictorias y siempre complejas.

La sociedad actual es una sociedad mundializada en la que las nuevas tecnologías de la comunicación han contribuido a una desterritorialización, es decir, a la pérdida de importancia de las fronteras geográficas o políticas tradicionales.

Una sociedad en la que, por poner un ejemplo, la evolución de la bolsa de Extremo Oriente puede tener repercusiones catastróficas en las economías de los países del Cono Sur americano o en Europa.

En muchos casos, esta pérdida de importancia de las divisiones territoriales tradicionales ha ido acompañada de un desinterés por lo cercano: gracias al poder de los medios de

comunicación lo que pase al lado de nuestra casa puede parecer mucho más distante o ajeno que lo que ocurre en el otro extremo del mundo (cuadro 3)

Cuadro 3. Características de la sociedad actual.

LA SOCIEDAD ACTUAL
IMPORTANCIA SOCIAL DEL COMPLEJO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO
SOCIEDAD MUNDIALIZADA. GLOBALIZACIÓN
SOCIEDAD INFORMACIONAL
ALEJAMIENTO DE LOS CENTROS POLÍTICOS DE DECISIÓN

2.4. Los Enfoque CTS en la Educación Científica y Tecnológica.

Los estudios CTS, constituyen una línea de trabajo académico e investigativo que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales.

2.4.1. Las actividades CTS y el constructivismo.

Existen investigaciones en diversos campos de la didáctica y el aprendizaje que dieron como resultado la emergencia del modelo constructivista, en el que se integran las investigaciones sobre las ideas previas de (Viennot,1976), las teorías cognoscitivas (Piaget,1969), el área de desarrollo próximo (Vigosky,1934), el aprendizaje significativo (Ausbel *et al.*1976) y el cambio conceptual, metodológico y actitudinal (Gil *et al.*, 1985), (Gil,1993). De acuerdo con el constructivismo lo alumnos descubren y relacionan los conceptos, procedimientos y actitudes con ideas ya existentes en su mente, modificando, construyendo y fijando nuevas ideas de forma significativa a través de diversas actividades.

El aprendizaje implica la construcción de significados por parte del estudiante, que incluye los nuevos conceptos, procedimientos y actitudes relacionadas con los ya existentes, no por mera presentación sino, también, por participación activa (Vigostky 1934).

El constructivismo implica, por tanto, un cambio conceptual, procedimental y actitudinal en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las actividades CTS pueden contribuir a estos cambios de manera que se exponen a continuación (Figura 1)

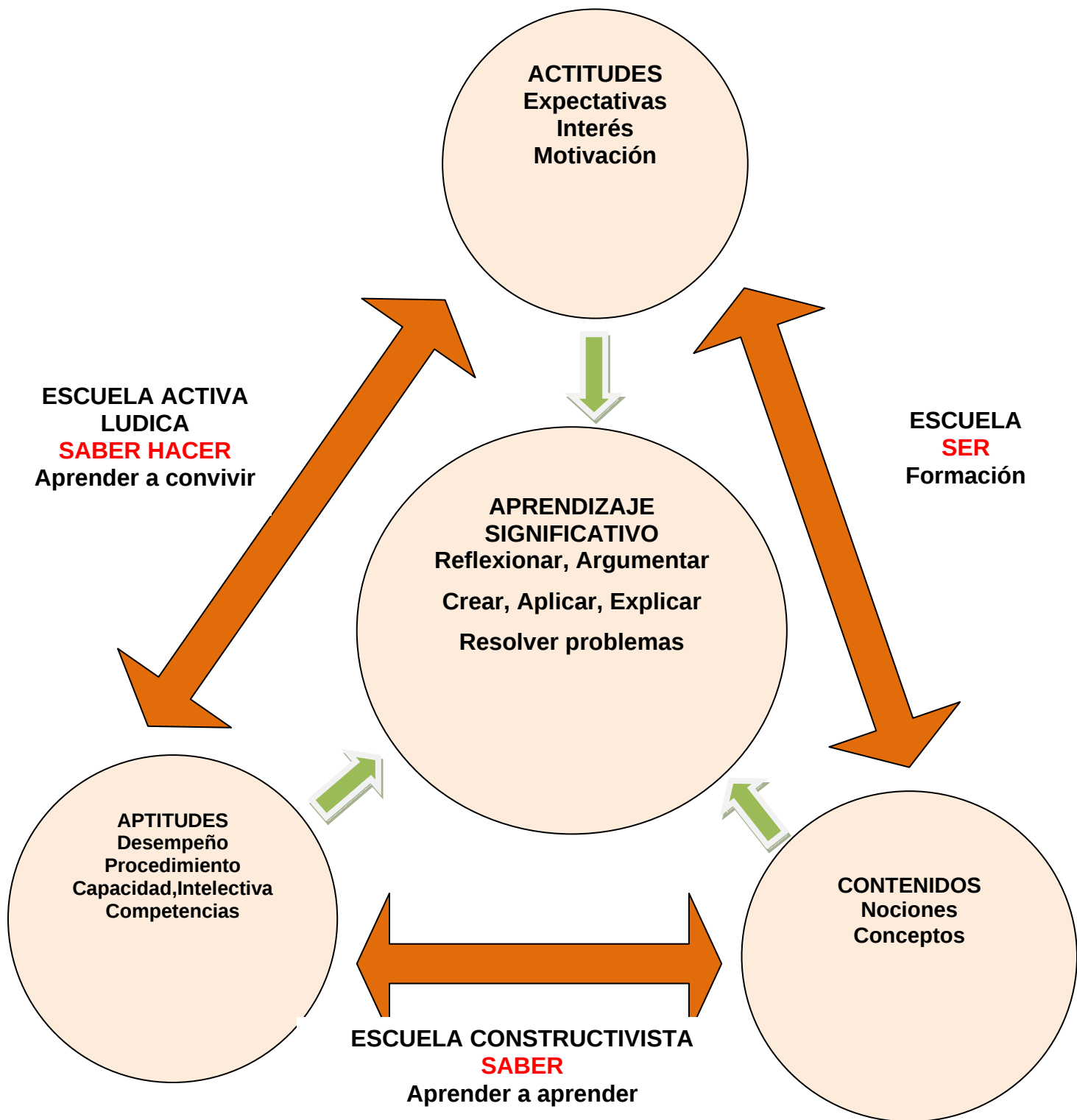


Figura 1. Esquema constructivista en el proceso enseñanza-aprendizaje

2.5. Modos de implementación de la educación CTS y valores.

2.5.1 El aula como comunidad de investigación solidaria.

Se presentan las líneas generales de una propuesta orientada a educar para valorar. Se trata del planteamiento del aula como una comunidad de investigación solidaria en el que, con cierto sistematismo, pero también con flexibilidad, se puede organizar un curso escolar de un semestre, aunque las unidades didácticas que la componen son utilizadas sistemáticamente o como injertos parciales en otros contextos educativos (unidades de aprendizaje diferentes como química, física, matemáticas etc.). La idea de una comunidad de investigación solidaria es la apuesta por organizar en el aula como espacio educativo en el que sea imprescindible la cooperación para el aprendizaje. En esta propuesta didáctica se han intentado desarrollar en la práctica las premisas sobre la educación para valorar indicadas en la figura 1.

Al definir la clase como una comunidad de investigación se pone el acento en los objetivos del trabajo en clase: investigar sobre ciertos temas y hacerlo solidariamente. Precisamente en la misma forma en que el saber se ha desarrollado realmente a lo largo de la historia en comunidad. Para la constitución del aula como una unidad de investigación solidaria se definen cuatro modos de investigación o estrategias de trabajo diferenciados. Dichos procedimientos de trabajo no son por lo demás ajenos al modo en que los seres humanos se han acercado a los diversos temas, cabría considerarlos como los modos privilegiados de acercamiento a la realidad. La clase se divide, por tanto en varios equipos de tres o cuatro miembros cada uno. Cada equipo asume en cada

unidad una de las dimensiones de la investigación, por lo que hay al menos un equipo en cada unidad de cada uno de los siguientes tipos: (cuadro 4)

- **Investigación conceptual:** Se trata de la forma de investigación que indaga sobre la herencia cultural del tema tratado. El objetivo es propiciar un acercamiento a lo que el tema ha supuesto o lo que sobre él se ha dicho en la historia. Los referentes fundamentales de investigación serán los documentos bibliográficos y periodísticos.
- **Investigación empírica:** Intenta palpar la realidad cotidiana sobre los temas analizados 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 muchas ocasiones no están bien fundamentadas. Los equipos de investigación empírica obtienen información y la analizan en la forma en que lo hacen las ciencias humanas. Elaboración de encuestas, hacen entrevistas o llevan a cabo estudios de campo.
- **Investigación creativa:** Propiciar la vinculación entre lo estético y lo ético, e involucra, la importancia educativa de la dimensión creativa o estética como componente irrenunciable de la educación en valores. Todos consideramos que el cine, el teatro, la literatura y hasta la música pueden ser medios que plantean cuestiones morales, muchas veces de forma más nítida que los discursos descriptivos o reflexivos sobre las mismas. Se trata de poner a los alumnos en disposición de utilizar esos medios expresivos y de investigar con ellos.

- **Coordinación:** 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 al centro y el de creatividad posibilita la presencia estética del tema en el aula y en el centro educativo. El equipo de coordinación es el responsable que ese trabajo diferenciado, aunque sobre el mismo tema, tenga coherencia y pueda ser compartido adecuadamente por todos.

Cuadro 4. Unidades de estudio experimental

	Actividades	Referentes
Investigación conceptual	Trabajo con textos, análisis semánticos, dilucidación de dilemas	Cultura universal
Investigación Empírica	Desarrollo de la Personalidad moral	Comunidad
Investigación Creativa	Acercamiento estético al tema (teatro, radio, cómics, campañas publicitarias...)	Centro educativo y aula.
Coordinación	Seguimiento del trabajo de los equipos y organización de las actividades del aula (exposiciones, debates)	Aula

2.6. El contexto curricular

2.6.1 La fuente sociológica

Se refiere a las demandas sociales y culturales acerca del sistema educativo, a los conocimientos que contribuyen a la socialización de los alumnos. La escuela es una institución y sistema social y responde a las demandas de la sociedad en la está inmersa.

Dentro de estas demandas está la de formar futuros ciudadanos responsables, con unos determinados valores sociales que les permita ser capaces de desarrollar su papel dentro del entramado social y en una sociedad pluralista. Así queda recogido en las cátedras UNESCO, pero ¿de qué manera se podría propiciar un cambio curricular en un sistema educativo mexicano?

La sociedad actual está afectada por los cambios generalizados que se han producido, en los últimos años, en todos los niveles: social, político, económico, cultural e ideológico. Este paso del modernismo al postmodernismo ha sido provocado por el gran desarrollo tecnológico y científico de la última mitad del siglo XX, lo que nos permitiría hablar de una nueva revolución en la historia de la humanidad, la denominada Era de la Tecnología y del Desarrollo. Una de las características principales de este cambio social es la globalidad; los problemas (contaminación, superpoblación, salud, enfrentamientos armados, etc.) y su solución, se han generalizado afectando a cualquier ciudadano del mundo.

El hecho de que los problemas de este mundo deban ser solucionados por consensos entre países nos obliga a ser mucho más comunitarios y solidarios, y a tener un mayor conocimiento de los avances científicos y tecnológicos, de la naturaleza de los mismos, así como de los beneficios y perjuicios que pueden ocasionar al hombre y su entorno. La nueva sociedad está necesitando de ciudadanos con unos conocimientos científicos y tecnológicos que les permita entender el mundo en el que viven; y tomar postura, como ciudadanos socialmente responsables, frente a problemas generados por el gran desarrollo científico-técnico. Y, los currículos escolares, deben incorporar este tipo de conocimientos y habilidades sociales.

2.6.2. La fuente psicológica.

Se relaciona con los procesos de desarrollo y de aprendizaje de los alumnos, indispensables para establecer el qué, cómo y cuándo aprender. Los principios psicopedagógicos de intervención educativa, se enmarcan en una **concepción constructivista del aprendizaje** y son:

- *Partir del nivel de desarrollo del alumno*, es decir atender a su nivel de competencia cognitiva o nivel de desarrollo, y a los conocimientos previos que ha construido anteriormente.
- *La construcción de aprendizajes significativos*, tanto de tipo conceptual como de procedimientos y actitudes. Para asegurar este aprendizaje el alumno debe tener una actitud favorable al estudio y el contenido deber ser potencialmente significativo, tanto

desde el punto de vista de la estructura lógica de la disciplina o área como desde el punto de vista de la estructura psicológica del alumno.

- *Realizar aprendizajes significativos por sí solos, es decir, ser capaces de aprender a aprender*, adquiriendo estrategias cognitivas de planificación y regulación de la propia actividad de aprendizaje. En la actualidad, ha desaparecido la separación que existía entre el periodo de nuestra vida en el que somos estudiantes y en el que somos trabajadores. El cambio social y cultural que se ha producido requiere de personas que, además de aprender, pensar y trabajar de forma diferente respecto al pasado, sean capaces de aprender a lo largo de toda su vida.

- *Modificar los esquemas de conocimiento*. La estructura cognitiva del individuo se concibe como un conjunto de esquemas de conocimiento más o menos organizados, y más o menos cercanos a la realidad, que deben ser modificados cuando al recibir nueva información se rompe el equilibrio inicial.

- El aprendizaje significativo *supone una intensa actividad por parte del alumno*. Esta actividad es principalmente interna, de reflexión sobre la acción.

2.6.3. La fuente pedagógica.

Recoge tanto la fundamentación teórica existente, como la experiencia educativa adquirida en la práctica docente. Las nuevas propuestas metodológicas y sus resultados, frente a un modelo didáctico tradicional como el transmisivo, generan nuevas perspectivas educativas que deben tenerse en cuenta.

Centrándonos en la enseñanza de las ciencias, los resultados de la misma son, por un lado, un elevado grado de fracaso escolar y, por otro lado, un creciente rechazo de los estudios científicos y la presencia de actitudes negativas hacia la ciencia que, según nos muestran las diversas investigaciones, se incrementa con la edad de los estudiantes (Schibeci,1984); (Giordan,1985); (James *et al* 1985); (Welch, 1985); (Yager *et al*, 1983), (Simpson *et al*, 1990); (Simpson *et al*,1994); (Espinosa *et al* 1991); (Ortega *et al*, 1992); (Solbes *et al* 1997); (Vázquez *et al* 1997).

La enseñanza de las ciencias plantea unas dificultades inherentes con su propia naturaleza; pero, también, es cierto que la ciencia que se enseña está alejada de la ciencia real que avanza vertiginosamente. Este alejamiento, entre lo que es la ciencia escolar y la ciencia que el alumno ve reflejada en los medios de comunicación y en su vida diaria, favorece la falta de motivación en los estudiantes. Otro aspecto que genera la pérdida de interés en los alumnos es una metodología de enseñanza tradicional basada, principalmente, en la transmisión de contenidos de tipo conceptual siguiendo una secuencia, lógica desde el punto de vista de la disciplina, pero no desde el punto de vista de favorecer el aprendizaje.

Además, nos encontramos en un momento en que los nuevos avances y descubrimientos científicos han generado tal cantidad de conocimientos que, los docentes que trabajan sobre los contenidos del currículo, se plantean cómo ordenar, seleccionar y transmitir toda esa información. En los últimos años, desde la didáctica de las ciencias se ve la imposibilidad de que un currículo basado en la información sea

viable, y se apunta a un currículo que busque más el conocimiento de procedimientos a través del cual se adquieran los conceptos y actitudes. Las nuevas concepciones psicopedagógicas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje deben reflejarse en cambios metodológicos en la enseñanza de las ciencias.

2.6.4. La fuente epistemológica

Reside en los propios conocimientos científicos de cada área, en este caso el de las ciencias. La ciencia y la sociedad actúan recíprocamente la una sobre la otra de forma muy diversa. La ciencia influye en la historia del hombre por los cambios que suscita en los métodos de producción y por el impacto de sus descubrimientos e ideas en la ideología de la época (Bernal, 1967).

Sería interesante profundizar en los distintos aspectos sociológicos de la ciencia (Merton, 1990), y cómo las grandes revoluciones sobre la concepción humana del Universo se deben en gran medida a la ciencia. Sin embargo, el interés sobre estos aspectos se va a limitar, en este momento, a los cambios producidos en la ciencia del siglo XX (Sánchez Ron, 2000), lo que ha venido en llamarse la Gran Ciencia o Ciencia Post-Moderna (Hurd, 1993). Estos cambios pueden resumirse en los siguientes:

- Cambio en la localización de los centros científicos. Tras la Segunda Guerra Mundial se desplazan desde Europa hacia EEUU, Rusia y posteriormente Japón.
- Los científicos y técnicos dejan de trabajar de forma más o menos aislada y libre para convertirse en empleados o directores de organismos gubernamentales. A veces no

tienen el control sobre sus investigaciones, e incluso pueden desconocer el fin último de las mismas.

- Gran incremento del número de científicos y de las inversiones en producción científica.

Un ejemplo claro es el Proyecto Genoma Humano. Incluso se producen luchas económicas entre científicos para optar a subvenciones y se introduce el *marketing* a la hora de presentar las investigaciones.

- Aplicación mucho más rápida y directa de los descubrimientos científicos, incluso antes de comprobar todas las repercusiones que puedan tener para el hombre y el medio ambiente.

- Hasta el siglo XX los aparatos que se creaban eran cercanos y se entendía su funcionamiento, tenían ruedas, mecanismos visibles; pero, a partir de este siglo, los mecanismos son interiores, hay cables o incluso éstos desaparecen por el uso de campos electromagnéticos. Por un lado la ciencia crece a medida que la sociedad se desarrolla, y viceversa, pero por otro lado la ciencia se aleja más del entendimiento público de la misma. Los nuevos mecanismos no se comprenden y se transforman en algo mágico.

- Las disciplinas científicas, por un lado se han fraccionado en el uso de sus lenguajes y procedimientos de forma que han mitificado el *método científico* como criterio de demarcación entre Ciencia y no-Ciencia. Sin embargo, por otro lado las disciplinas científicas se han interconectado en campos limítrofes dando lugar a nuevas áreas de

conocimiento como la astrofísica, la ingeniería genética, y más recientemente la genómica o la proteómica.

- Se desarrolla el rol social del científico ante la importancia de los nuevos avances científicos y técnicos. Los temas científicos rebasan los límites de las disciplinas científicas y llegan a terrenos sociales y éticos (Figura 2)

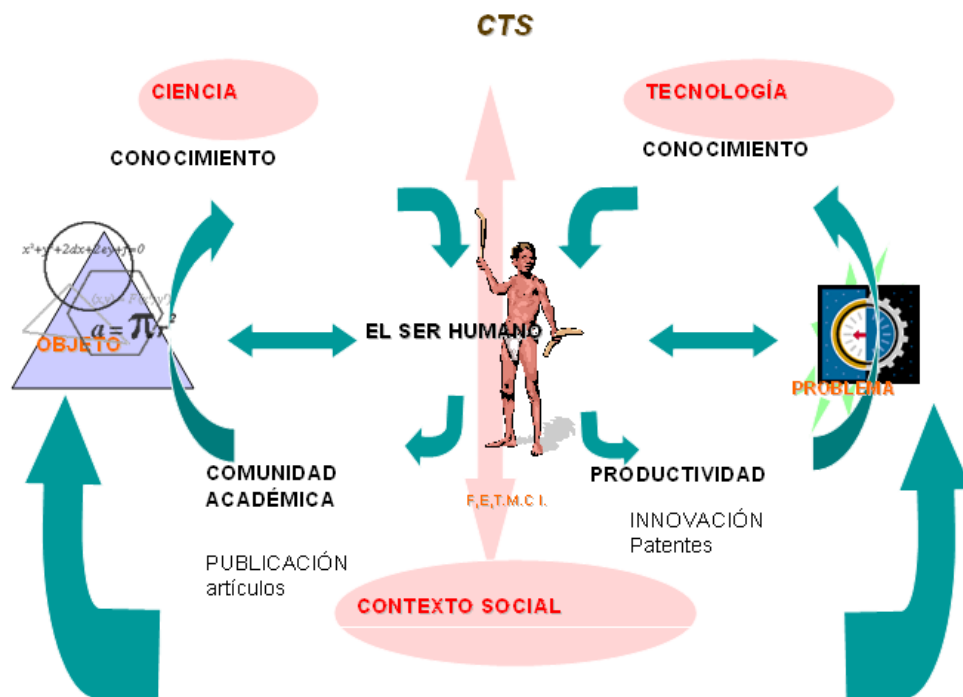


Figura 2.- Contexto social de la ciencia y la tecnología

CAPITULO 3

METODOLOGÍA Y EXPERIMENTACION

En este capítulo se presentan la logística que se aplicó para la realización de los talleres vivenciales y las conclusiones obtenidas en cada uno de ellos, así como la metodología utilizada para la aplicación de las encuestas.

3.1. Talleres vivenciales.

Las experiencias adquiridas durante la aplicación de talleres vivenciales aplicadas a los alumnos durante los semestres comprendidos entre 2008 y 2010 podemos determinar, que las políticas nacionales de la educación superior en México, orientan hacia la disminución de créditos en los programas educativos por lo tanto los programas de ingeniería encuentran dificultades para ubicar las unidades de aprendizaje correspondientes a las áreas sociales, económicas y de humanidades.

Dentro de las necesidades identificadas en este conjunto de actividades se destaca que es de total importancia para la formación integral de los estudiantes el tema del desarrollo humano, el enfoque CTS en la educación científica y tecnológica tienen por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales y ambientales y culturales.

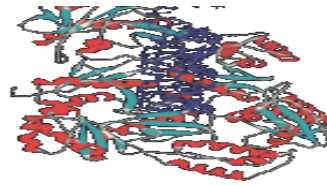
Las estrategias utilizadas nos determinan que el uso de las tecnologías de la información permitieron generar un programa de desarrollo humano basado en CTS. El impacto de dicho programa fue evaluado a través de aprendizaje valoral impartido en plataforma blackboard.

Los temas impartidos a lo largo de los semestres fueron los que se enlistan a continuación.

La contaminación industrial del agua



AIDS-2000: La vacuna contra el SIDA



¿La escuela en la red?



¿Vías o autovías?



La gestión de los residuos urbanos



El Contrato del Dopaje



Empleo y automatización



Ahormada: una controversia urbana



Figura 3. Temáticas impartidos a lo largo de los semestres

Específicamente en la simulación educativa de un caso CTS sobre la educación y nuevas tecnologías denominado la escuela en red, se aplicó a un grupo conformado por 35 alumnos de tronco común en la materia de Estructura Socioeconómica de México. La guía didáctica utilizada mencionada el siguiente texto:

Las tecnologías de la información y comunicación suponen cambios muy importantes en las formas de vida humana. Uno de los más evidentes es la superación de los condicionantes de espacio y de tiempo en las relaciones

sociales. Mantener una comunicación directa y simultánea entre personas separadas por miles de kilómetros es hoy algo cotidiano para muchas personas

3.2. Materiales utilizados en el aula.

- ✓ Pautas para el trabajo y evaluación de los equipos
- ✓ Protocolos para el debate
- ✓ Protocolos de evaluación
- ✓ Reflexión final de la simulación

3.3. Logística para el trabajo en grupo.

El grupo se dividió en tres equipos con puntos de vista diferente (la evaluación ha sido realizada en 2008, 2009 y 2010: **A favor**, en **contra** y **neutral**).

Conclusiones de los alumnos en 2008; La educación en red no es todavía apta para una economía como la nuestra. Se necesitan cimentar bases (gobierno e I.P.), ya que no podemos quedarnos al margen de los avances de la educación y tecnología. Algunos prefirieron al maestro tradicional sobre el virtual (Deshumanización).

Conclusiones alumnos 2009; El uso de tecnologías de información y la red son muy útiles, sobretodo en casos de contingencia (Influenza). Los talleres valorales son más nutridos por la participación a través de la red (mayor tiempo fuera de clase), es cómoda.

Conclusiones alumnos 2010; Las tecnologías de información y la red son aceptadas y muy útiles en casos de contingencia (Terremoto), la formación en desarrollo humano es

muy importante y las tecnologías de información una buena herramienta para facilitar el aprendizaje CTS.

Conclusiones generales; Las tecnologías de información nos pueden facilitar la impartición de cursos completos de desarrollo humano basados en CTS, ya que el alumno dedica un número mayor de horas que aquellas establecidas por número de créditos. La plataforma Blackboard permite poner al alcance del alumno la información completa de los cursos, también permite dar seguimiento a los avances y evaluaciones, es sustentable.

3.4. Metodología

En esta investigación se usa un método cuantitativo. El instrumento de medición se aplicara a los alumnos y profesores de la facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California.

Instrumento

El Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, tecnología y Sociedad (COCTS) permite a las personas encuestadas expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas CTS. Este instrumento fue diseñado por (Manassero, *et al* 1999), utiliza una escala likert con nueve opciones que luego para su análisis se resume en cinco. El modelo utilizado es de respuesta múltiple (MRM) donde la persona que responde al asunto planteado en cada cuestión valora sobre una escala de nueve puntos su grado

de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases ofrecidas. Todas tienen el mismo formato, se inicia con una cabecera de pocas líneas donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud de la persona encuestada, seguida de una lista de situaciones que ofrece un abanico de diferentes justificaciones sobre el tema planteado y, por último, una opción para no contestar como <<No entiendo la cuestión>>. Aunque la metodología usada es cuantitativa también permite hacer análisis cualitativos. (Cuadro 5)

Muestra

La selección de la muestra representativa de estudiantes se hizo por cuotas (grupo-aula) al azar entre los estudiantes del tronco común y etapa terminal. El cuestionario se aplicó a, 60 alumnos de etapa básica (1 a 3 semestre), 60 alumnos de etapa terminal (6 a 8 semestres), que representan una población de 120 alumnos. También se aplicó a 30 profesores de formación en las áreas de Ciencias y 30 profesores de formación en las áreas de humanidades. El instrumento nos permitirá detectar el grado real de conocimiento que los alumnos y profesores de diferentes grados y especialidades tienen sobre los conceptos CTS de acuerdo al panel de jueces expertos en cuestiones CTS Manassero y Vázquez (2000). El grupo de los alumnos de etapa básica se denominará grupo n.1, mientras que a los de la etapa terminal se denominará grupo n.2.

Procedimiento

Los datos se obtuvieron utilizando un modelo de respuesta única, seleccionando cada alumno la opción que mejor se ajusta a su opinión entre todas las alternativas proporcionadas por cada una de las cuestiones COCTS, clasificándose luego en las

categorías *Desacuerdo*, *Indeciso* y *Acuerdo* a las que se añadió la categoría *Otras* donde se incluyen respuestas del tipo *No entiendo lo que se pregunta*, *No se suficiente*, *del tema como para elegir una opción*

La clasificación de todas las opciones posibles (las 38 frases del cuestionario) en las categorías anteriores (frases *Desacuerdo*, *Indeciso* y *Acuerdo*) se hizo previamente a partir de la validación realizada de la validación realizada por un panel de once jueces expertos (Manassero *et al*,2001), (Vázquez *et al*,2000) siguiendo un modelo de respuesta múltiple con el que valoraron su grado de acuerdo con todas y cada una de las opciones presentes en el cuestionario sobre una escala de nueve puntos, modelo que es mucho más potente que el de respuesta única, porque maximiza la información disponible en cada pregunta COCTS y permite alcanzar mucho mayor grado de precisión en la evaluación de las actitudes CTS (Vázquez *et al*,1999)

Cuadro 5. Taxonomía de actitudes CTS

Temas	Subtemas	reactivo
Definiciones		
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia	10111
	02. Tecnología	10211
	03. Interdependencia	10411
Sociología externa de la ciencia		
2. Influencia de la sociedad sobre la ciencia y la tecnología	04. Ética	40421
3. Influencia de la ciencia/tecnología sobre la sociedad	01. Responsabilidad social	60611

CAPITULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

En el análisis de la pregunta género, podemos observar que en los dos grupos, con un total de 120 encuestados, el 80 por ciento es del género masculino y el 20 por ciento a mujeres, en edad el grupo n.1 es una media de 18 años y el n.2 es de 23 años (Cuadro 6) por lo que por una parte podemos afirmar que en esta área del conocimiento sigue prevaleciendo fuertemente el género masculino y que por otra parte, la población estudiantil, predominantemente se encuentra dentro de la cohorte normal para la educación superior (Figura 4).

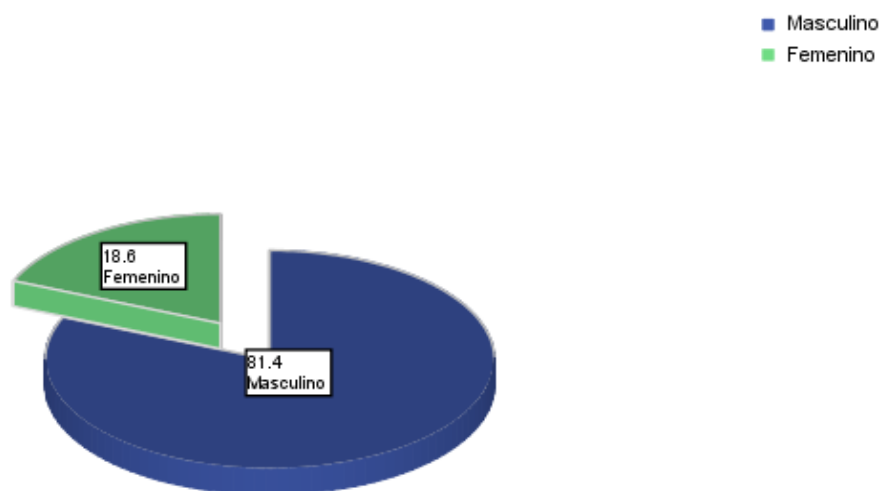
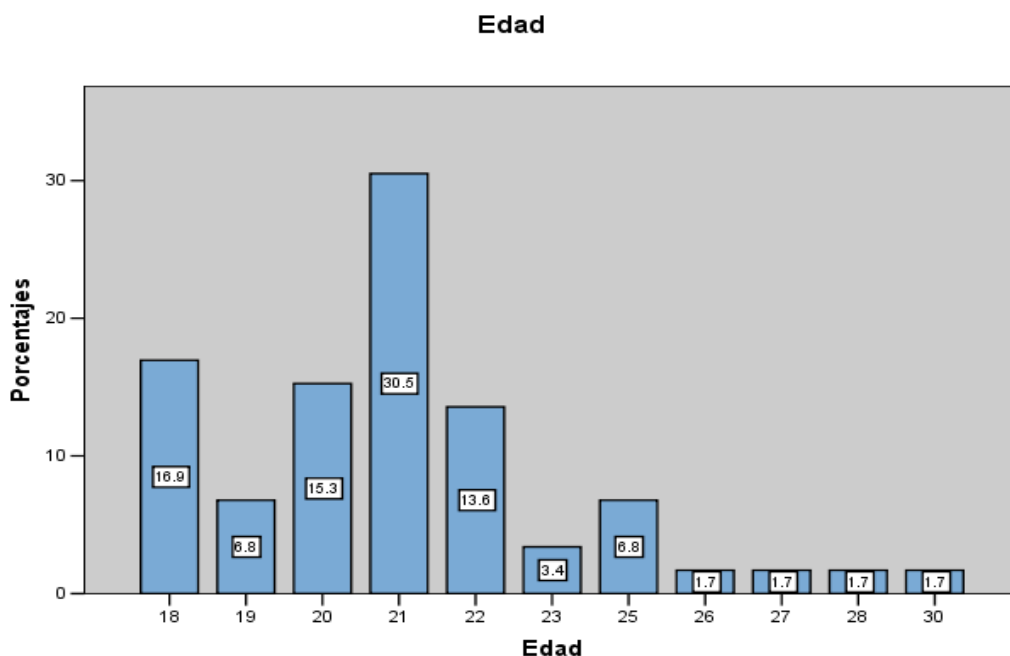


Figura 4. Porcentajes de género en la muestra poblacional del estudio.



Cuadro 6. Rango de edades en la muestra poblacional encuestada en el estudio

En la pregunta 10111, se hace referencia a que tan ***difícil es la definición de la ciencia***, el grupo n.1 manifestó estar totalmente de acuerdo que la ciencia es un cuerpo de conocimientos tales como leyes y teorías, mientras que el grupo n.2 expreso que es buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (curar enfermedades, solucionar los problemas de contaminación y mejorar la agricultura. Analizando los resultados podemos observar que el grupo n.1 tiene una visión más básica de la ciencia, mientras que el grupo n.2 tiene un concepto de mayor cercanía a la vida cotidiana, con un sentido de aplicación hacia la comunidad.

En la pregunta 10211 cuestión relacionada a ***la definición de la tecnología*** tenemos que el grupo n.1 manifestó que son nuevos procesos, instrumentos, maquinas,

herramientas, computadoras o aparatos prácticos para el uso de cada día, por lo que indica que este grupo tiene una imagen muy básica del desarrollo de la tecnología, el cual asimilan del contacto cotidiano.

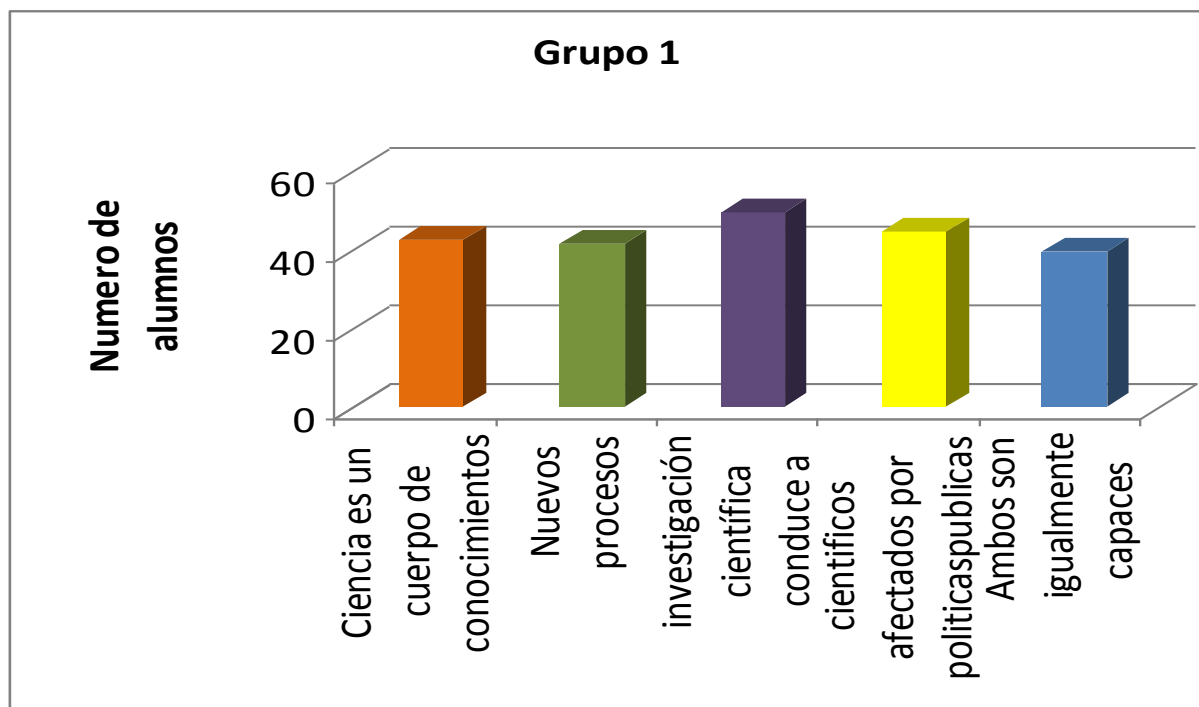
Por su parte el grupo n.2 opinó que es muy parecido en concepto al de ciencia ya que se rompen las fronteras de los conceptos ciencia y tecnología, estas van de la mano, ya que a los científicos se les conoce en la actualidad como tecnólogos.

En la pregunta 10411 sobre ***la relación de la ciencia y la tecnología***, ambos grupos coincidieron en que la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica. Esto indica que existe una congruencia aceptable entre los cuestionamientos del instrumento y la capacidad de conocimiento del tema por parte de los encuestados. Es decir el instrumento nos permitirá detectar el grado real de conocimiento que los alumnos de diferentes grados tienen sobre los conceptos CTS.

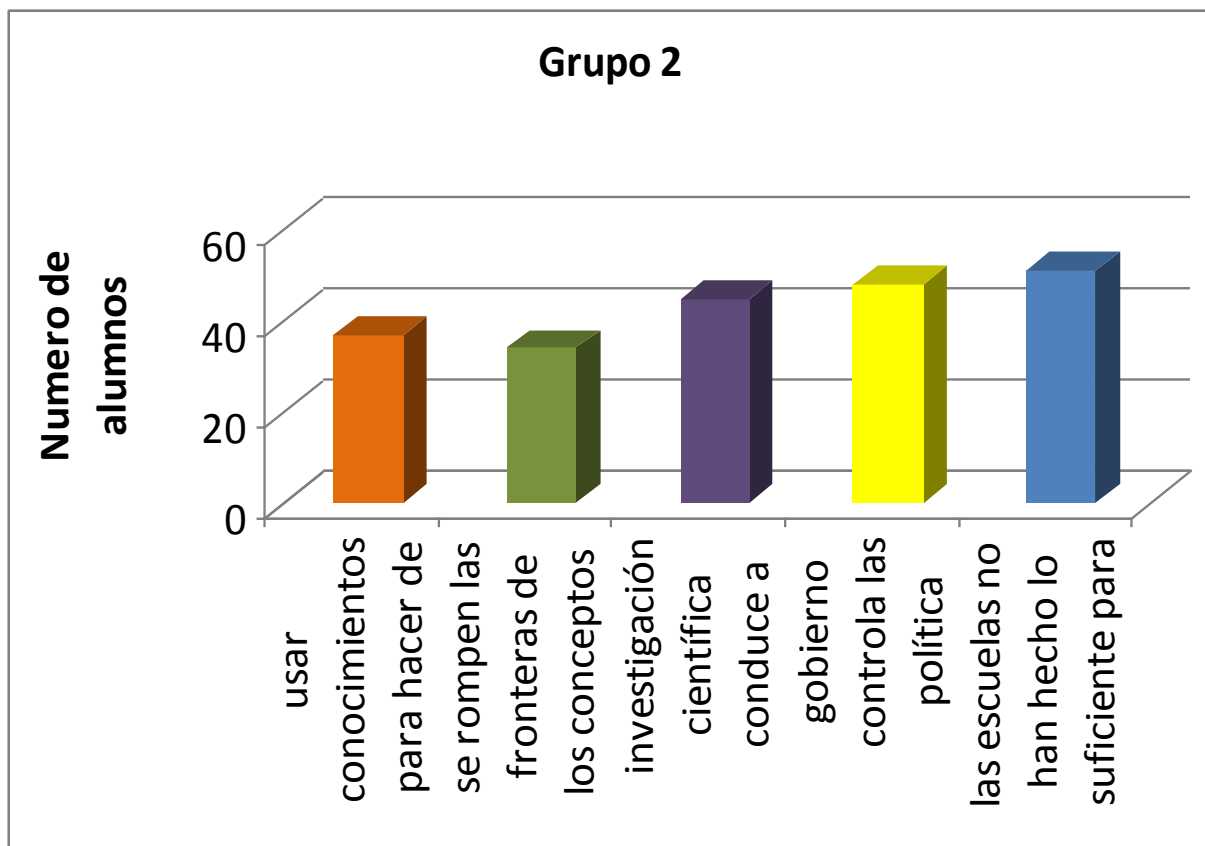
En el pregunta 20141 sobre ***la política de un país afecta a sus científicos ya que estos son parte de la sociedad*** (esto es, los científicos no están aislados de su sociedad) el grupo n.1 respondió Los científicos están afectados por la política de su país porque la subsidios de la ciencia viene principalmente del Gobierno. El grupo n.2 determina que el gobierno controla las política científica independientemente de que sea o no subsidiados los proyectos científicos por el gobierno. En análisis nos permite deducir que los alumnos consideran que existe un fuerte e inadecuado control por parte del gobierno.

En la pregunta 60611 que menciona, **hoy en día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas**. La principal razón de esto es: grupo n.1 manifiesta que no existen razones para tener más científicos que científicas. Ambos son igualmente capaces de ser buenos en ciencia y hoy en día las oportunidades son similares.

A diferencia el grupo n.2 expresa que las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de Las mujeres son tan capaces como los hombres en ciencia. Este grupo resuelta mucho más realista, ya que solo el 20 por ciento de la población encuestada es de género femenino (Cuadros 7 y 8)



Cuadro 7. Análisis del grupo #1 de las opiniones de los estudiantes a las cuestiones CTS



Cuadro 8. Análisis del grupo #2 de las opiniones de los estudiantes a las cuestiones CTS

Resultados del COCTS aplicado a los profesores de la Facultad de Ingeniería.

Frente a los múltiples análisis que pueden realizarse y los importantes aportes que puede hacer el diagnóstico para fortalecer la alfabetización en ciencia y tecnología en los programas de formación de profesores en la universidad, se analizaron de las cuestiones relacionadas con las definiciones de ciencia y tecnología 10111y 10211 (cuadros 9 y 10).

Los análisis exploratorios iniciales apuntan que los profesores tienen ideas epistemológicas poco adecuadas y apenas existen diferencias importantes entre profesores con formación científica y humanística sobre las definiciones de Ciencia y Tecnología y los temas relacionados con su epistemología.

Cuadro 9. Respuestas de los profesores a cuestiones 10211 Tecnología

Especialidad	Categoría	
	Adecuada	Ingenua
Ciencias	62%	80%
Humanidades	51%	63%

Cuadro 10. Respuestas de los profesores a cuestiones 10111 Ciencia.

Especialidad	Categoría	
	Adecuada	Ingenua
Ciencias	55%	37%
Humanidades	56%	46%

Este diagnóstico apunta a la necesidad de revisar y fortalecer la alfabetización científica desde los Programas de formación de profesores en la Facultad de Ingeniería, pues las

creencias y actitudes que ellos construyan serán las que orienten el aprendizaje de sus estudiantes en los diversos contextos donde se desempeñen (Schwartz.*et al*, 2006).

4.2 Discusión

El análisis en la muestra nos permite detectar que existen áreas que requieren de reforzar los conocimientos y actitudes de los alumnos.

Desde el punto de vista del CTS, es necesario desarrollar y planificar una enseñanza de las ciencias acorde con los movimientos CTS, capaz de favorecer en los estudiantes mejores actitudes respecto a los valores de la ciencia y la tecnología.

Los resultados obtenidos indican la necesidad de implementación en la currícula de la materia CTS+I. Se requiere además, orientar la educación en la ciencia desde la perspectiva de la alfabetización científica y tecnológica. Para ello, deben prepararse contenidos especiales basados en una cultura científica no encerrada en sí misma, sino abierta a otras disciplinas como la historia, filosofía, sociología y psicología de la ciencia. Este nuevo enfoque debe motivar de una manera efectiva al alumno para que se interese y aprenda las diversas formas en que debe ser concebida la ciencia y la tecnología, como una de sus futuras herramientas en el desempeño profesional. (Figura 5)

Este proceso permitirá al estudiante sumar a sus conocimientos técnicos y científicos, algunas aptitudes y actitudes humanas, para darle un carácter integral a su formación y capacidad de respuesta a su compromiso de responsabilidad social.

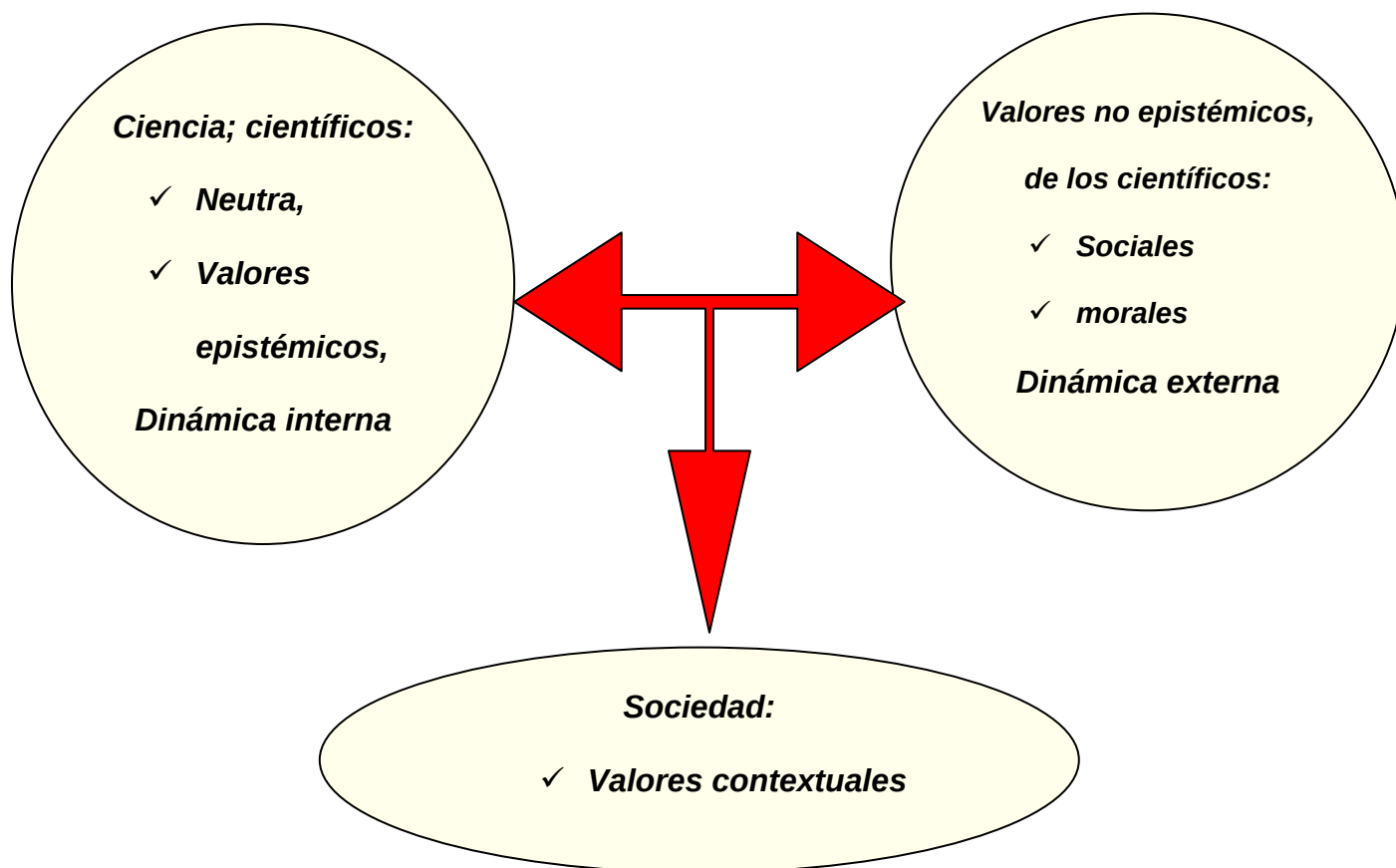


Figura 5. Valores contextuales en ciencia

CAPITULO 5

CONCLUSIONES

Entre los resultados encontrados en este trabajo podemos resaltar dos referentes importantes:

1. La naturaleza controvertida de muchas de las cuestiones CTS ligada a los valores implicados en ellas.
2. La ausencia del tratamiento explícito de la gran mayoría de estos temas en la currícula del la facultad de Ingeniería.

Como consecuencia del primer referente la evaluación de estas actitudes viene marcada con la controversia de ofrecerle al alumno un escenario en el que le permite enfrentarse a diversos dilemas éticos en los cuales ellos tienen que decidir, como es el caso de las simulaciones en los talleres vivenciales en los cuales ellos participan.

Estas valoraciones que nosotros observamos no son definitivas y deben tomarse solo como orientadoras para nuestros próximos cursos.

Respecto al segundo referente, los estudiantes de la muestra no han recibido una educación específica sobre CTS por que no se contemplan en los planes de estudio vigentes. Las perspectivas futuras son todavía peores como consecuencia de las políticas nacionales de le educación superior en México ya que orientan hacia la disminución de créditos en los programas educativos por lo tanto los programas de ingeniería encuentran dificultades para ubicar las unidades de aprendizaje correspondientes a las aéreas sociales, económicas y de humanidades.

De los resultados de la evaluación de las creencias y actitudes CTS podemos concluir que desde el planteamiento constructivista de la enseñanza de la ciencia y la tecnología tiene una trascendencia didáctica evidente, ya que puede utilizarse y aplicarse directamente en el aula.

Por un lado el profesorado puede utilizarlo como guía en sus clases, pues permite detectar las áreas que deben tratarse explícitamente con más ahincó en los cursos de ciencias que contemplan el objetivo de mejorar los conocimientos y actitudes de los alumnos, ya que es a estos a quienes se debe dar oportunidades para trabajar sobre estas cuestiones. Por otro lado, el enlazar nuestro temario con las cuestiones CTS (injertos) puede servir también como instrumento del desarrollo curricular elemental y aprendizaje CTS en el aula. Por ejemplo, pueden usarse como base de actividades de trabajo, discusión e intercambio de ideas para debatir sobre el significado y las implicaciones de todas las alternativas de respuesta que se proponen (Manassero, *et al* 2000).

Desde la perspectiva de la educación CTS será necesario planificar y desarrollar una enseñanza de las ciencias más acorde con los objetivos del movimiento CTS capaz de favorecer en los estudiantes mejores actitudes respecto a los valores de la ciencia y la tecnología. Un objetivo que además es importante para la orientación de una educación en la ciencia con interés y relevancia desde la perspectiva de la alfabetización científica y tecnológica para toda la ciudadanía.

En tal caso se requieren currículos expresamente preparados para ellos basados en una cultura científica no encerrada en sí misma, sino abierta a otras disciplinas como la

filosofía, sociología y psicología de la ciencia (Carson, 1997), que constituyen buena parte del fundamento CTS, currículos que incluyan todas estas temas sobre cuya enseñanza existe cada vez mas acuerdo, pero que siguen estando ausentes de las programaciones y continúan sin ser enseñadas (Campanario, 1999).

Sin embargo estos conocimientos suelen ser complejos y cambiantes (Alters, 1997). Por tal motivo las propuestas de contenidos y métodos deberían apostar más por objetivos relativamente modestos (Matthews, 1998). De la misma manera que la finalidad de la enseñanza de las ciencias además de preparar a los estudiantes para ser científicos, la finalidad de los programas innovadores CTS contribuye a hacerles comprender mejor como funcionan la ciencia y la tecnología en el mundo actual.

Dada la naturaleza axiológica impregnada de contenidos actitudinales y valorales, la educación CTS busca la adhesión de los estudiantes hacia una posición particular (por ejemplo la del profesor). De lo que se trata es de presentar diversas perspectivas animándoles a interesarse por las diferentes formas de concebir la ciencia y la tecnología para así llegar a comprenderlas mejor, valorarlas críticamente y muy especialmente adquirir la idea clave de cómo en la propia ciencia las conceptualizaciones también cambian en este terreno (Acevedo *et al* 2003). Esto debería excluir enfoques reduccionistas centrados en el estudio de una sola corriente del pensamiento como paradigma o panacea de los planeamientos sociales de la ciencia y la tecnología (Vázquez *et al* 1999). Por el contrario, hay que presentar siempre una pluralidad de autores o planteamientos con una profundidad y extensión que esté de acuerdo con las capacidades y el nivel evolutivo de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Acevedo J.A, Vázquez, A. Manassero, M. A. y Acevedo, P., (2003) Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con las ciencias, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 2, artículo 9. en línea en: <http://www.saum.uvigo.es/reec> .
2. Acevedo, J.A, Vázquez, A., Manassero M.A. y Acevedo P., (2006) Actitudes del alumnado sobre ciencia, tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. Revista Electrónica de Investigación Educativa, vol. 8, No. 2 en línea en <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vasuez2.html>.
3. Acevedo, J.A., Acevedo, P., Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. En línea en Revista Iberoamericana de Educación, edición electrónica De los Lectores, <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>>.
4. Acevedo, J.A., Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2002). Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. Pensamiento Educativo, 30, 15-34.
5. Aikenhead, G.S. (1994). What is STS teaching? International perspectives on reform. Nueva York: Teachers Colleges Press 47-59.

6. Aikenhead, G.S. (2003). Chemistry and Physics Instruction: Integration, Ideologies, and Choices. Chemical Education: Research and Practice (aceptada su publicación). En línea en http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/chem_ed.htm.
7. Aikenhead, G.S., Ryan, A.G. y Fleming, R.W. (1989). Views on science-technology-society (from CDN.mc.5). Saskatoon (Canada): Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan. En línea en <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf>.
8. Akerson, L., Abd-El-Khalick F. y Lederman, N.G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. Journal of Research in Science Teaching, 37(4), 295-317.
9. Association For Science Education (1979). Alternatives for Science Education. A consultative document. Hatfield, Herts: ASE.
10. Association For Science Education (1981). Education through Science. Hatfield, Herts: ASE.
11. ANUIES, la Educación Superior en el Siglo XXI. www.anuies.mx/servicios/doc.

12. Alters, B.J. (1997) Whose of science? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39-55
13. Ausubel, D., Novak, J. and Hanesian, H. (1987). *Educational Psychology. A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston, Inc. New York. Mansour, N. (2007). Challenges to STS Education: Implications for Science Teacher Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*. 27: 482.
14. Bell, R. L., Lederman, N. G. y Abd-El-Khalick F. (1998). Implicit versus Explicit Nature of Science Instruction: An Explicit Response to Palmquist and Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(9), 1057-1061.
15. Bell, R.L., Lederman, N.G. y Abd-El-Khalick F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581.
16. Bustamante-Donas, J. (2001). Hacia la cuarta generación de Derechos Humanos: repensando la condición humana en la sociedad tecnológica. En línea en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 1, <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero1/bustamante.htm>
17. Bybee, R.W. (1985). *Science-technology-society. 1985 NSTA Yearbook*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
18. Bybee, R.W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

19. Carson, R.E (1997). Why science education alone is not enough. *Interchange*, 28, 191-204.
20. Caamaño, A. (1995). La educación Ciencia-Tecnología-Sociedad: una necesidad en el diseño del nuevo curriculum de Ciencias. *Alambique*, 3, 4-6.
21. Caamaño, A. y Vilches, A. (2001). La alfabetización científica y la educación CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. *Enseñanza de las Ciencias*, no. extra, tomo 2 (VI Congreso), 21-22.
22. Chun, S., Oliver, J.S., Jackson, D.F. y Kemp, A. (1999). *Scientific Literacy: An Educational Goal of the Past Two Centuries*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA. En línea en <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/chunetal/chunetal.html>.
23. Campanario, 1999. La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (3), 397-410.
24. Cutcliffe, Stephen, and Carl Mictcham. 2001. *Vision of STS: Contextualizing Science, Technology, and Society Studies*. New York: University of New York Press.

25. Delors, J. (1998). La educación contiene un tesoro, Paris, UNESCO.
26. Diccionario Larousse (2003) México D.F. Edición Premium
27. Diego. J, Hereza. E, y Bosque. V. (2005). La alfabetización científica con orientación CTS. En línea en: <http://oei.es/salactsi/diego.htm>.
28. Echeverría, Javier. 1995. Filosofía de la ciencia, Madrid: Akal.
29. Echeverría, J. (2001). Indicadores educativos y sociedad de la información. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*. <http://www.campus-oei.org/salactsi/indicadores.htm>
30. Edwards, M. (2000). *La atención a la situación del mundo: una dimensión ignorada por la educación científica*. Tesis de Tercer Ciclo, Universidad de Valencia.
31. Edwards, M., Gil, D., Vilches, A. y Praia, J. (2002). La atención a la situación de emergencia planetaria en revistas de didáctica de las ciencias y educación científica. Comunicación presentada en el *II Seminario Ibérico sobre Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza de las ciencias experimentales: "Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias y el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI"*. Universidad de Valladolid, Valladolid (1-3 de julio).
32. Edwards, M., Gil-Pérez, D., Vilches, A., Praia, J., Valdés, P., Vital, M.L., Cañal, P., DEL Carmen, L., Rueda, C. y Tricárico, H. (2001). Una propuesta para la transformación de las percepciones docentes acerca de la situación del mundo.

Primeros resultados. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 15, 37-76.

33. Edwards, M., Gil, D., Vilches, A. y Rueda, C. (2002). Las concepciones de los profesores de ciencia mexicanos sobre la situación y futuro del mundo: una llamada de atención. *Educación en Química*, 13(1), 12-19.
34. Edwards, M., Gil, D., Vilches, A., Valdés, P., Astaburuaga, R. y Romero, X. (2002). El desafío de preservar el Planeta: Un llamamiento a *todos* los educadores. En línea en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2, <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/varios3.htm>>.
35. Felske, D.D., Chiappetta, E. y Kemper, J. (2001). A Historical Examination of the Nature of Science and its Consensus in Benchmarks and Standards. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. St. Louis, MO.
36. Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las ciencias y las relaciones ciencia, tecnología y sociedad. En L. del Carmen (Coord.): *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*, pp. 47-71. Barcelona: ICE/Horsori
37. Espinosa, J. y Román, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 9, pp. 151-154.

38. Elfin, Julie, Stuart Glennan, and George Reisch. 1999. The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching* 36: 107-116.
39. Esteban, S. (2003) La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias, *Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias* 2 Núm. 3
40. Fernández, I., Gil, D. Vilchez, A Valdez, P, Cachapuz, A., Praia, J. y Salinas, J. (2003), El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, artículo 8 en línea <http://www.saum.uvigo.es/reec>.
41. Fensham, P.J. (2000). Issues for schooling in science. En R.T. Cross y P.J. Fensham (Eds.), *Science and the citizen for educators and the public*, pp. 73-77. Melbourne: Melbourne University, Melbourne Studies in Education (Special Issue).
42. Fernández-Rañada, A. (1995). *Los muchos rostros de la ciencia*. Oviedo: Nobel.

43. García Palacios, E. M., González Galbarte, J. A. López Cerezo, Lujan, J. L., Martín Gordillo, M, Osorio, C. y Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid España: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
44. González, T., Torres, C., Iranzo, J., Cotillo, A. y BLANCO, R. (1994). *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: CSIC.
45. González-García, F. y Prieto, T. (1997). Influencia de la formación inicial de los futuros profesores de secundaria en la selección de temas Ciencia-Tecnología-Sociedad. En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.): *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 340-348. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
46. González-García, M.I. (2002). Bibliografía sobre género y ciencia. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <<http://www.campus-oei.org/salactsi/genero.htm>>.
47. González-García, M.I. y PÉREZ-SEDEÑO, E. (2002). Ciencia, Tecnología y Género. En línea en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2, <<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/varios2.htm>>.
48. González-García, M.I., LÓPEZ-CEREZO, J.A. y LUJÁN, J.L. (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.

49. Garritz A, (2007). Análisis del conocimiento pedagógico del “Curso ciencia y sociedad” a nivel universitario. Revista Eureka. Enseñanza y divulgación de las ciencias vol. 4, pp. 226-246.
50. Garritz, A (2006), Naturaleza de la ciencia e indagación, Cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano .Revista Iberoamericana de educación, OEI No 42 pp127-152.
51. Gil, Daniel. 1985. Science learning as a conceptual and methodological change. European Journal of Science Education 7: 231-236.
52. Gines, J, (2004).La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. Revista Iberoamericana de Educación. Numero 35 , pp. 13-37
53. Giordan, A. (1985). La enseñanza de las ciencias. Madrid: Siglo XXI. pp. 14-21
54. James, R.K. y Smith, S. (1985) Alienation of students from science in grades 4-12. Science Education, 69, pp. 39-45.
55. Kuhn, T.S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: University of Chicago Press. Traducción de A. Contín (1971): *La estructura de las revoluciones científicas*. México, DF: FCE.

56. Layton, D. 1988 revaluing the T in STS, *International Journal of science Education* 10 no.4, 367-378.
57. Lamo, E., González, J.M. y TORRES, C. (1994). *La sociología del conocimiento y de la ciencia*. Madrid: Alianza.
58. Latour, B. y Woolgar, S. (1979). *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. London: Sage. [2 edición (1986). Princeton, NJ: Princeton University Press]. Traducción de E. Pérez Sedeño (1995): *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza.
59. López-Cerezo, J.A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Crítica académica y enseñanza crítica. *Signos*, 20, 74-81.
60. López-Cerezo, J.A. (1998). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, 41-68.
61. Lucas, A. (1994). STS beyond school: Public perceptions and sources of knowledge. En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.): *STS education: International perspectives on reform*, pp. 111-119. Nueva York: Teachers College Press.
62. Luffiego, M. y Rabadán, J.M. (2000). La evolución del concepto de *sostenibilidad* y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 473-486

63. McGinn, R. (2003). "Mind the Gaps". An Empirical Approach to Engineering Ethics. Science and Engineering Ethics 9, no. 4:1-2.
64. Manassero, M.A. (2001) percepción de los estudiantes sobre la influencia de la ciencias escolar en la sociedad.OEI.
65. Manassero, M.A., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2001b). La evaluación de las actitudes CTS. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, Versión en castellano del capítulo 2 del libro de Manassero, M.A., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2001a). <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo11.htm>.
66. Manassero, M.A., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2002). Opiniones sobre la influencia de la ciencia en la cultura. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 16, 35-55.
67. Manassero, M.A .y Vázquez A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. Revista Interuniversitaria de la formación del profesorado. 37, Abril, pp. 187-208.
68. Mansour, N (2007). Challenges to STS Education: Implications for Science Teacher Education. Bulletin of Science, Technology & Society. 27: 482

69. Martín M., (2002) Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS Numero 28, Revista Iberoamericana de Educación., <http://www.rieoei.org/rie28a01.htm>
70. Martín, M, González, J.C. (2002), Enseñanza de la tecnología. Revista Iberoamericana, Numero 28 pp. 11 - 27 Organización de Estados Iberoamericanos.
71. Martín-Gordillo, M. y López-Cerezo, J.A. (2000). Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS y su implantación educativa. En M. Medina y T. Kwiatkowska (Coord.): *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo XXI*, pp. 45-75. Barcelona: Anthropos/UAM. En línea en [Sala de Lecturas CTS+I de la OEI](#), 2001
72. Mattheus, M.R (1998) In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of research in Science Teaching*, 35, 417-420
73. OEA,,(2006) Ciencia, Tecnología ,Ingeniería e innovación para el desarrollo, Una visión para las Americas en el siglo XXI, www.oas.org.
74. Olive, León. 2007. La ciencia y la Tecnología en la Sociedad del Conocimiento. México: Editorial Fondo de Cultura Económica

75. Ortega, P., Saura, J. P., Mínguez, R., García De Las Bayonas, A. y Martínez, D. (1992). Diseño y aplicación de una escala de actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), pp. 295-303.
76. Osorio, C. (2002a). Enfoques sobre la tecnología. En línea en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 2. En línea en <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero2/osorio.htm>.
77. Osorio, C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 61-81. En línea en <http://www.campus-oei.org/revista/rie28a02.PDF>.
78. Osorio, C. y Jaramillo, L.J. (2004), Tecnologías, innovación y sociedad. En curso de especialista en CTS+I Madrid :OEI
79. Pernas, P, Resendiz, M (2005). El programa CTS de la OEI. *Revista de Educación Superior ANUIES*. Numero 136, pp 129-138
80. Piaget, Jean. 1969. *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Editorial Ariel.
81. Ríos, E. 2006. Las interacciones ciencia, tecnología y sociedad en los ciclos formativos de sistemas eléctricos. Tesis para optar a grado de Doctor. Universitat de Valencia.

82. Rubba, P.A., Schoneweg-Bradford, C.S. y HARKNESS, W.J. (1996). A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18(4), 387-400.
83. Sáez, M.J. y Riquarts, K. (1996). El desarrollo sostenible y el futuro de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 175-182.
84. Sáez, M.J. y Riquarts, K. (2002). Educación científica para el desarrollo sostenible. En P. Membiela (Ed.): *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, pp. 47-59. Madrid: Narcea.
85. Sanmartín, J., (1990). La ciencia descubre. La industria aplica. El hombre se conforma. Imperativo tecnológico y diseño social. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 168-180. Barcelona: Anthropos.
86. Sanmartín, J. y López-Cerezo, J.A. (1994). CTS en España. Instituto e Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT). En J. Sanmartín e I. Hronszky (Eds.): *Superando fronteras. Estudios Europeos de Ciencia-Tecnología-Sociedad y Evaluación de Tecnologías*, pp. 53-64. Barcelona: Anthropos.
87. Sanmartín, J. y Luján, J.L. (1992). Educación en ciencia, tecnología y sociedad. En J. Sanmartín et al. (Eds.): *Estudios sobre ciencia y tecnología*, pp. 67-84. Barcelona: Anthropos.

88. Santiago, María Evelinda, Arroyo, Gloria. 2007. La asignatura sello CTS+I: Estrategias para la alfabetización Tecno científica". Revista de la educación Superior Vol. XXXVI (4), No. 144: 87-88.
89. Sebastián J, (2003) Oportunidades e iniciativas para la cooperación iberoamericana en educación superior. . Revista Iberoamericana, Numero 28 pg. 197 - 233 Organización de Estados Iberoamericanos.
90. SEP. Educación básica. Primaria. Plan y programas de Estudio 1993, México 1994. en línea en http://www.sep.gob/sep_acuerdos.
91. SEP. Educación básica. Secundaria. Plan y programas de Estudio 1993. México 1997. en línea en http://www.sep.gob/sep_acuerdos.
92. Schorr, M, Valdez B. y Hernández G. (2003), Educación tecnológica: Preparación de la juventud para su incorporación en la sociedad moderna, Revista de la Educación Superior, Vol. XXXII, No. 126, 71-74.
93. Schibeci, R.A. (1984). Attitudes to science: an update. Studies in Science Education, 12, pp. 25-57. SHADISH, W.R. y FULLER, S., Eds. (1994). *The Social Psychology of Science*. New York: The Guilford Press.

94. Snow, C.P. (1959). *The two cultures and the scientific revolution*. New York: Cambridge University Press. Traducción castellana (1987): *Las dos culturas*. Madrid: Alianza.
95. Solbes, J. y Vilches, A. (1998). Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria. En E. Banet y A. de Pro (Coord.): *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, 142-148.
96. Shrigley, R.L. (1990) Attitude and behavior Aare Correlates- Journal of research in Science Teaching. No. 27, p. 97-113
97. Simpson, R.D., Oliver, J.E, (1990) A summary or major influences on attitude towards and achievement in science among adolescent students. Science Education, 2, p. 87-106
98. Simpson, R. D., Koballa, T. R., Oliver, J. S. y Crawley III, J. E. (1994). Research on the affective dimension of science learning, en Gabel, D. (ed.). Handbook of Research on Science Teaching and Learning. Nueva York: MacMillan Publishing Company.
99. Solbes, J. y Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. Science Education, 81(4), pp. 377-386.

100. UNESCO-OCDE (1999), Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico, Conferencia Mundial sobre la ciencia para el Siglo XXI: un nuevo compromiso. Budapest 26 de Junio-1 de Julio de 1999. En línea: <http://www.campus.oei.org/salacts>.
101. UNESCO-Montevideo (1999). *Declaración de Santo Domingo. La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco de acción*. Santo Domingo, República Dominicana, 10-12 marzo de 1999. En línea en <http://www.campus-oei.org/salactsi/santodomingo.htm>
102. UNESCO-PROAP (Principal Regional Office for Asia and the Pacific), ICASE y SEAMEO- RECSAM (2001). *The training of trainers manual. For Promoting Scientific and Technological Literacy (STL) for All*. Bangkok: UNESCO-PROAP. En línea en <http://www.unescobkk.org/education/aceid/STL/STL00book.pdf>
103. Vaccareeza, L ,López Cerezo, J,A, Lujan, J,L Polino C. Fazio, M,E, (2003), Proyecto Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Educación Ciudadana, OEI. www.centroredes.org.ar/
104. Vázquez, Á. y Manassero, M.A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), pp. 199-213
105. Vazquez, A, and Manassero, M. (1999). Response and scoring models for the

views on science, technology – society. *International Journal of Science Education* 21: 231.

106. Vázquez, A, Acevedo, J.A, y Manassero, M.A. (2001) Aplicación del COCTS para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*.N1, tomo 2 (VI Congreso), 301-302
107. Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2000). Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS. En I.P. Martins (Coord.): *O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência- Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências experimentais*, pp. 219-230. Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2001. <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo6.htm>
108. Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2001). Enseñando ciencia: consenso y disenso en la educación y evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo, (Eds.): *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 297-305. Madrid: Nivola. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2001. <http://www.campus-oei.org/salactsi/vazquez.htm>
109. Vázquez, A., Acevedo, J.A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*,

4, 135-176.

110. Viennot, L. 1976. Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire. Thèse de Doctorat. Université de Paris.

111. Vilches, A. y Furió, C. (1999). *Ciencia, tecnología y sociedad: sus implicaciones en la educación científica del siglo XXI*. La Habana: Academia. En línea en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2000. <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctseduacion.htm#aa>

112. Vygotsky, Lev. 1934. El problema de la enseñanza y del desarrollo mental e la edad escolar. Moscú: Ed. Progreso.

113. Yager, R.E. y Penick, J.E. (1983). Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal*

114. Ziman, J. (1994). The rationale of STS. Education in the approach. STS education. International perspectives on reform. Nueva York: Teachers Colleges Press

Anexo A

Productos académicos

A Study on the Attitudes and Opinions of Engineering Students From the University of Baja California, Mexico, on Science, Technology, and Society

Bulletin of Science, Technology & Society
30(2) 113–118
© 2010 SAGE Publications
Reprints and permission: <http://www.sagepub.com/journalsPermissions.nav>
DOI: 10.1177/0270467610361231
<http://bsts.sagepub.com>


Maria Amparo Oliveros Ruiz,¹ Juan Jose Sevilla Garcia,¹
and Michael Schorr¹

Abstract

A proposal is presented for the incorporation of the concepts of STS into the teaching of science and technology at the Faculty of Engineering, Mexicali Campus, of the University of Baja California. The method outlined for the development of research and the application of the “Opinions Questionnaire on Science, Technology and Society” is described. This method allows an assessment of the views and attitudes of students and teachers on STS issues to identify their strong and weak points and to detect the teaching and learning needs. Also, it is adequate to investigate the students’ attitudinal changes, their increased interest in the processes of learning, and the contribution of STS to their education and integration into the society.

Keywords

STS, teaching and learning, scientific literacy, attitudinal change

Introduction

Engineering education is a fundamental part of an economical development system to incorporate scientific and technological knowledge. Therefore, science, education, technology, and industrial production are combined to form a progressive and modernization circle (Schorr, Valdez, & Hernández, 2003). Figure 1 depicts the role these different actors play in the development of knowledge and their relationship in the education of engineering students.

The environmental and social crises that affect the modern world makes it urgent to rescue and practice values to build scientific criteria with the participation of people. Education is technoscientific alphabetization with an STS focus since it triggers society actions that have an effect in science and technology policy designs (Santiago & Arroyo, 2007).

Historical Background and STS Challenges

The rise of modern science and technology has presented a series of special challenges to society. In the 18th and 19th centuries, with the industrial revolution, special problems arose for economics and politics, which socialism, capitalism, or democracy has not been able fully to resolve. The advent of nuclear weapons, electronics computers, and biotechnologies has only intensified these multiple challenges that range

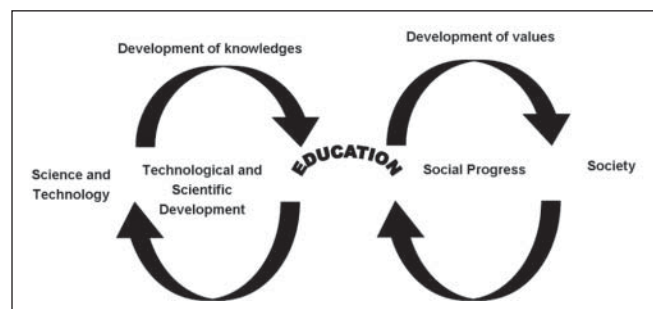


Figure 1. Role of STS on the development of knowledge, values, and education of engineering students

from issues of personal belief and social justice to nuclear risk, environmental pollution, cultural integrity, and self-identity. The interdisciplinary field of STS is the most general attempt to map out and to assess such challenges, as well as the responses that emerged. As such, STS is itself a challenge to

¹University of Baja California, Mexicali, Baja California, Mexico

Corresponding Author:

Maria Amparo Oliveros Ruiz, Faculty of Engineering, University of Baja California, Boulevard Benito Juarez y Calle a la Normal s/n, Mexicali, Baja California, Mexico
Email: amparo.oliveros@gmail.com

both routine acceptance of scientific and technological change and uninformed or narrow-minded reactions to such changes (Cutcliffe & Mictcham, 2001).

The engineering student of the 21st century in Mexicali, Baja California, is challenged by the changes of the current industrial environment, where the *maquiladora* (assembly plant) industry began 40 years ago during the transition to a high-technology industry. The demand to be competitive at both national and international levels is definitely a challenge from a scientific and technological point of view; consequently, new science teaching strategies in high-technology industries are necessary. The common relationship between science and technology that prevails in the 20th century will continue as a platform of knowledge and technical strain. However, the human factor is present as the predominant factor for success in all new enterprises where social responsibility will complement the new development platform, research and technological innovation.

In the 21st century, education and technology do not appreciate the margin of the social context, because the teaching of science seems an explicit integration of technology and society. It is a multi- and interdisciplinary field of study between three areas, science, technology, and society, which include economics, politics, and ethical and environmental aspects of the science and technology linked with education.

With contributions of these disciplines to science, teaching intends to modify the lineal science image that has prevailed until now, as in the following sequence:

Science → Technology → Society → Well-Being

The STS dimension in education has been sustained in many social-philosophical and psychological disciplines such as the constructivist theory of learning and is much compromised with the abilities and development of individual and social values, in accordance with most of the actual teaching proposals (Olive, 2007).

The results of a survey on ethical issues in engineering strongly suggests that important disconnects exist between the education of engineering students regarding ethical issues in engineering on one hand and the realities of contemporary engineering practice on the other. The views of engineering students differ substantially over what makes an issue an ethical issue, while practicing engineers exhibit significant disagreement over what is the most important nontechnical aspect of being a responsible engineering professional in contemporary society. These divergences impede the recognition of ethical issues and specific moral responsibilities of engineers in concrete professional practice. It is argued that the use of suitably refined and probing surveys of engineering students and practicing engineers about ethical issues in engineering is an important although neglected empirical approach to the study of engineering ethics (McGinn, 2003).

In a recent article (Mansour, 2007), the author argues that students, as future citizens, must make decisions requiring an understanding of the interaction of science and technology and its interface with society. In his investigation, he used a mixed method research technique incorporating multiple sources of qualitative and quantitative data.

STS Focus on Scientific and Technological Education

STS studies constitute an academic and research work line that is targeted to question the social nature of the scientific-technological knowledge and their effects in different economic, social, environmental, and cultural sectors.

In the STS and the constructivist models, there exist many methodologist investigations in various didactic fields that has resulted in the emergence of the constructivist model, which includes Viennot's (1976) previews, ideas, and research, cognoscenti theory (Piaget, 1969), the next developing area described by Vygotsky (1934), significant learning (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1976), and methodological and attitude conceptual change (Gil, 1985). According to constructivism, students discover and relate the concepts, procedures, and attitudes with ideas already existing in their minds, changing, building, and retaining new significant ideas through various activities (Rios, 2006).

The learning process involves the building of meanings from the student that includes the new concepts, procedures, and attitudes related with the ones that already exist, not only by simple presentation but also by active involvement (Vygotsky, 1934).

STS Implementation Methods in Education

STS activities can contribute to these changes in several ways. The classroom as oneness research community involves a commitment to organize the classroom as an educational space in which the cooperation to learn is an essential ingredient. For the classroom setting as an oneness research community, four research ways or differential work strategies were defined. The class was divided into several teams consisting of three or four members. Each team assumes one of the research dimensions in each unit; therefore, there is at least one team in each unit of each of the following modes (Echeverria, 1995):

- *Conceptual research:* Conceptual research is the research that investigates the cultural heritage of the topic exposed. The objective is to determine what the topic has been or what has been said about it in history. The fundamental research references will be in the form of bibliographic and journal notes.

Table 1. Summary of Investigation Methods Related to Activities on the Performance Evaluation.

Research Type	Activities for Performance Evaluation	Related to
Conceptual	Work with texts, semantic analyses, elucidation of dilemmas	Universal culture
Empirical	Development of the moral personality	Community
Creative	Aesthetics topic approach (theatre, radio, comics, advertising campaigns, etc.)	Educational centers and classrooms
Coordination	Evaluation of the work performed by the teams and organization of classroom activities (expositions and debates)	Classroom

- *Empirical research*: The intent of empirical research is to feel the everyday reality about the analyzed topics as well as their corresponding moral values. It is accepted that the data on dispute and opinions which no frequently appears in debates about value in many occasions are not well based. The empirical research teams obtain information and analyze it as they do in human science. Surveys and interviews are conducted or field studies are made.
- *Creative research*: Creative research gives the link between the aesthetic and the ethical in a way that involves the educative importance of the creative or aesthetic dimensions as inalienable components of the value education. We all consider that movies, literature, and even music can be media that raise moral questions, many times in a clearer way than descriptive speeches or reflexive about them. It is intended to give the student the chance to use these expressive media and conduct research with them.
- *Coordination*: The conceptual research team relates to the class as a research community with universal culture, the empirical research connects a bridge with the city institutions outside the center, and the creativity team makes possible the aesthetic presence of the topic in the classroom and the educational center. The coordination team is responsible for the different methods to work, even though the research is about the same topic, have coherence, and be properly shared with everybody.

The investigation methods mentioned are presented in an abridged and comparative format in Table 1, including some examples of activities for evaluation of their performance.

Method

This study uses a quantitative method; the measurement tool was applied to students of the Faculty of Engineering at the University of Baja California. For this pilot study, the full questionnaire mentioned above was used, but results of only five questions will be shown. This questionnaire allows respondents to express their own point of view on a wide range of topics in STS. The tool was designed by Vázquez (1999)

and employs a Likert-type scale with nine options, but in a later analysis it is summarized into five options. After applying the questionnaires, the answers were read automatically using a Cannon DR-3080C scanner with the support of Remark Office OMR 5.5 package, which led directly to recording of survey data in SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for statistical processing.

It is a multiple choice model where the person who responds to the matter raised in each issue evaluates on a 9-point scale by stating his or her degree of agreement or disagreement with each of the sentences given. All have the same format, beginning with a header of a few lines where it is stated that there is a problem for which you want to know the attitude of the respondent, followed by a list of situations that offers a range of different explanations on the issue raised, and finally, an option not to answer as “I don’t understand the question.” Although the method is quantitative, it allows a qualitative analysis too.

The questionnaire was applied to 60 students in their first to third semesters and 60 students in their sixth to eighth semesters, representing a population of 120 students. The instrument allows us to detect the true extent of knowledge of STS concepts that students in different levels have, according to an expert panel of judges on issues concerning STS (Elfin, Stuart, & George, 1999).

The group of students in the basic stage was called Group 1, while those in the final semesters were in Group 2. The taxonomy of attitudes related to STS is described in Table 2, according to the classification number of the reaction selected from the questionnaire.

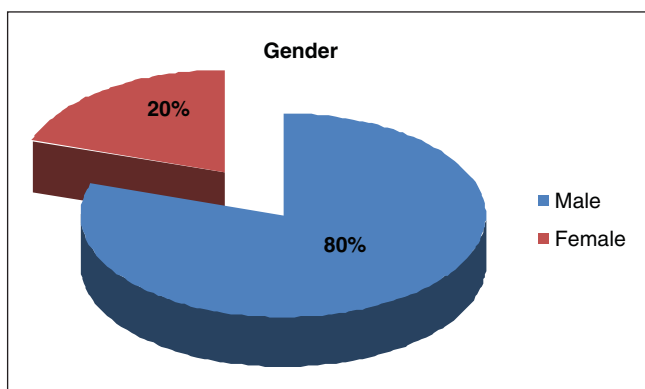
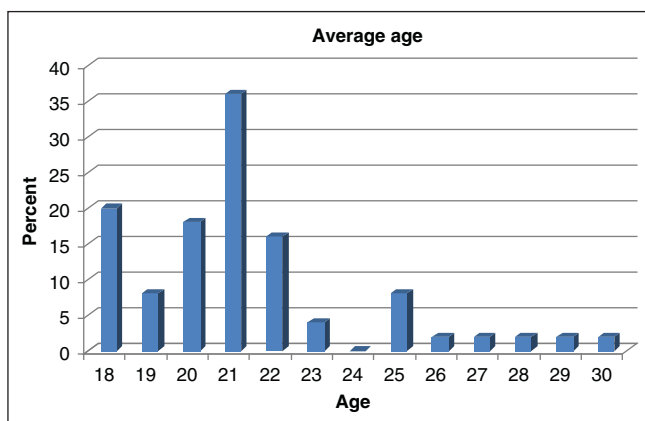
Results

In analyzing the gender question, we can observe that in the two surveyed groups, 80% are male and 20% are female (Figure 2); Group 1 has an average age of 18 years, and the average age is 23 years in Group 2 (Figure 3). On one hand we can state that the knowledge area is still highly prevalent among male gender, and on the other hand, the predominantly student population is found within the normal cohort for higher education.

Question 10,111 refers to how difficult the definition of science is. Students in Group 1 agreed that science is a body

Table 2. Taxonomy of Attitudes Related to Science, Technology, and Society

Topics	Subtopics	Item Number in Questionnaire
Definitions		
1. Science and technology	01. Science	10,111
	02. Technology	10,211
	03. Interdependency	10,411
External science sociology		
2. Society influence on science and technology	04. Ethics	40,421
3. Science/technology influence on society	01. Social responsibility	60,611

**Figure 2.** Graphical representation of the student gender distribution in the School of Engineering**Figure 3.** Average age of the surveyed student population

of knowledge composed of laws and theories, while students in Group 2 answered that it is the search and use of knowledge to make this world a better place to live in (curing diseases, solving pollution problems, and improving agriculture).

Analyzing these results, we observe that students in Group 1 have a higher basic vision of science, while students in Group 2 have a closer everyday life concept, with a sense of application to the community.

Question 10,211 relates to the definition of technology. Students in Group 1 expressed that “new processes, tools, machines, computers, or practical devices are needed in the everyday use,” indicating that this group has a very basic knowledge of technology development, which they assimilate from daily contact. Students in Group 2 felt that it is similar in concept to science as the frontiers of science and technology concepts break; these go hand in hand, as scientists are currently known as technologists.

Question 10,411 is about the relationship between science and technology; both groups agreed that “scientific research leads to practical, technological applications, which increase the ability to perform scientific research.”

Question 40,421 deals with the country’s policies affecting its scientists, since they are part of, not isolated from, society. Students in Group 1 responded, “Scientists are affected by the country’s policies because the benefits of science are mainly from the government.” Students in Group 2 believe that the government controls science policy, whether or not scientific projects are subsidized by the government. The analysis allows us to infer that students know clearly the central role that the government plays in promoting science.

Question 60,611 mentions that in Mexico there are more male than female scientists. The main reason is, according to students in Group 1, “there is no reason why there are more male than female scientists, both are equally capable of being good at science and the opportunities today are similar.” This is unlike that for students Group 2, who expressed that “schools have not done enough to encourage women to choose science courses; women are as capable as men in science.”

Understanding that the analysis of gender issues is complex; it is clear that students from both groups perceive the degree of involvement of women in science in a different way.

For science education, the initial assessment of students’ attitudes and opinions on these STS issues is useful to teachers; it can be used as a guide to learn about the beliefs and attitudes of their students, or the students themselves can attempt to access them (see Figures 4 and 5). But these same issues in the classroom can serve as a tool for curriculum development and learning elementary STS. For example, they can be used to discuss the meanings and implications of the proposed alternatives (Vázquez & Manassero, 1999). Due to the overwhelming influence of science and technology in the lives of people around the world, they should be helped to understand the alternatives from a critical standpoint, but not from a framework of scientific and technological knowledge, and by opening to the other disciplines (Carson, 1997). This is being suggested here in relation to STS education and the line of scientific and technological literacy that advocates science and technology for all.

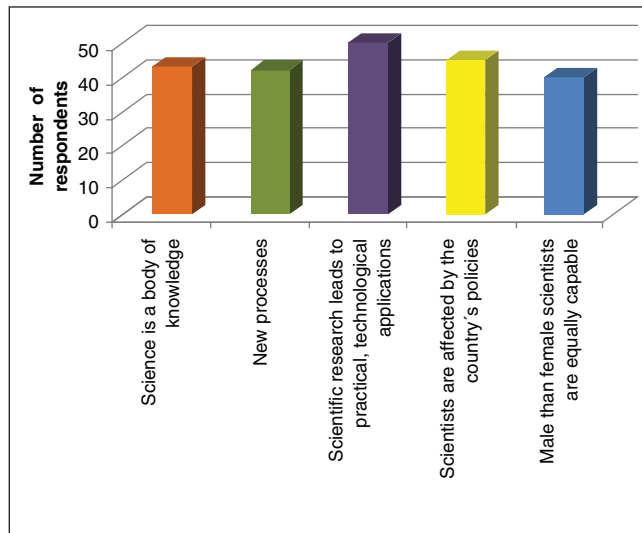


Figure 4. Analysis of opinions of students in Group 1 on STS topics

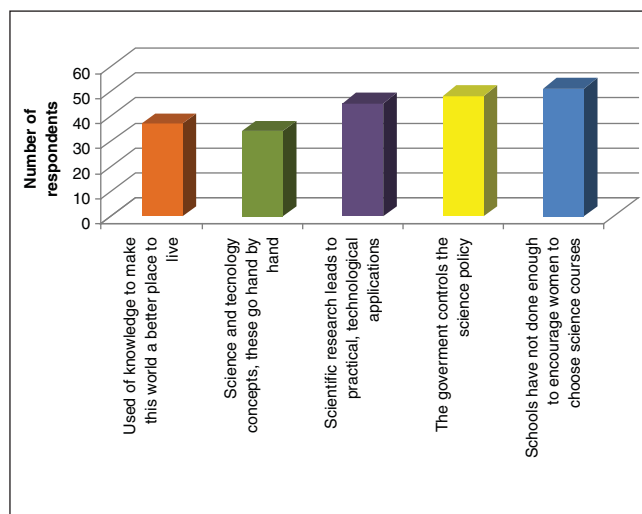


Figure 5. Analysis of opinions of students in Group 2 on STS topics

The need for historical content and philosophical, sociological, psychological, and cultural influences on science should be emphasized (Campanario, 1999). The students, at all educational levels, should be prepared to be able to take the relevant decisions in their daily life and admit their responsibilities as good citizens in the civil society around them.

Discussion

The results obtained in this investigation call into question the preparation of teachers to introduce and exercise the fundamentals of education in science teaching properly and engage

the engineering students involved more effectively. This is today the most important challenge in the teaching of science and engineering (Acevedo, Vázquez, & Manassero, 2007).

In fact, when something is not well understood or not valued, it is frequently excluded from the educative programs. Sometimes, science and engineering teachers tend to ignore the role of technology and its relationship to science in their teaching programs, or consider them as not worthy. It is the function of the teacher to explain the relevance and importance of the humanistic and cultural aspects of STS in order to get an integral formation of the students.

The results showed the need to implement an appropriate engineering curriculum in the field of STS. Guidance in science education from the perspective of scientific and technological literacy is also required. From the standpoint of STS, it is necessary to develop a plan on science and technology education in line with STS actions, capable of encouraging students to develop better attitudes toward the values of science and technology.

The didactic movement of teaching STS has as one objective the development of positive attitudes toward science by students. It is also proposed as a benchmark for evaluating the body of knowledge that emerges from historical analysis and the philosophical and sociological aspects of science (Aikenhead, 1994). The central content of this movement is the desire to provide, through the education of science-related attitudes, more authentic science and technology in its social context, faraway from remote, biased images mystified by technology and technocracy, while recognizing technology as a separate activity, integrated and equated with science, and not as just applied science. The equation between science and technology immediately raises the value-laden nature of scientific activities, so that attitudinal and moral education or ethics is an inevitable, positive consequence of STS education (Layton, 1988). As stated by Ziman (1994), the weakness of traditional science does not lie in what it teaches about nature but in what it does not teach, in particular its relations with technology and society, a vacuum that will be suitably filled by STS education.

The School of Engineering of the University of Baja California in Mexico is playing the role of pioneer in the implementation of STS curricula in their engineering programs.

Conclusion

Students should be motivated to reflect on the impact that teachers of science and technology have on society, which can implement the dominant social values system, even far beyond the aims of the program. At the same time, we also need to promote understanding of how social values are involved in the development and behavior of the society, both past and present (Acevedo, 1998). To achieve this, we consider it imperative to take all the STS guidelines focused on teacher training and provide them with the scientific and

technological culture necessary to address the new challenges arising in the 21st century.

The results show the need to implement a curriculum in the STS field. Further guidance in science education from the scientific and technological literacy perspective will be required. To do so, content must be prepared based on a scientific culture open to other disciplines such as history, philosophy, psychology, and sociology of science. This new approach should be an effective way to motivate students to become interested and learn the various ways in which science and technology should be conceived as a tool in their future professional performance.

Declaration of Conflicting Interests

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the authorship and/or publication of this article.

Funding

The authors received no financial support for the research and/or authorship of this article.

References

- Acevedo, J. A. (1998). Análisis de algunos criterios para diferencias entre ciencia y tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 409-410.
- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., & Manassero, M. (2007). Consensos sobre la naturaleza de las ciencias aspectos epistemológicos. *Revista Eureka*, 4, 402-404.
- Aikenhead, G. S. (1994). *What is STS teaching? International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1987). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Campanario, J. M. (1999). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 397-410.
- Carson, R. E. (1997). Why science education alone is not enough. *Interchange*, 28, 191-204.
- Cutcliffe, S., & Mictcham, C. (2001). *Vision of STS: Contextualizing science, technology, and society studies*. New York: University of New York Press.
- Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Madrid, Spain: Akal.
- Elfin, J., Stuart, G., & George, R. (1999). The nature of science: A perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 107-116.
- Gil, D. (1985). Science learning as a conceptual and methodological change. *European Journal of Science Education*, 7, 231-236.
- Mansour, N. (2007). Challenges to STS Education: Implications for science teacher education. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 27, 482-497.
- McGinn, R. (2003). "Mind the gaps." An empirical approach to engineering ethics. *Science and Engineering Ethics*, 9, 1-2.
- Layton, D. (1988). Revaluing the T in STS. *International Journal of Science Education*, 10, 367-378.
- Olive, L. (2007). *La ciencia y la Tecnología en la Sociedad del Conocimiento*. Mexico City, Mexico: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Piaget, J. (1969). *Psicología y pedagogía*. Barcelona, Spain: Editorial Ariel.
- Ríos, E. (2006). *Las interacciones ciencia, tecnología y sociedad en los ciclos formativos de sistemas eléctricos*. Unpublished doctoral thesis, Universitat de Valencia, Valencia, Spain.
- Santiago, M. E., & Arroyo, G. (2007). La asignatura sello CTS+I: Estrategias para la alfabetización tecnocientífica. *Revista de la Educación Superior*, XXXVI, 87-88.
- Schorr, M., Valdez, B., & Hernández, G. (2003). Educación tecnológica: Preparación de la juventud para su incorporación en la sociedad moderna. *Revista de la Educación Superior*, XXXII, 71-72.
- Vázquez, A. (1999). La evaluación de las actitudes CTS. *Revista Española de Física* 9(4), 18-23.
- Vázquez, A., & Manassero, M. (1999). Response and scoring models for the views on science-technology-society instrument. *International Journal of Science Education*, 21, 231-247.
- Viennot, L. (1976). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Unpublished doctoral thesis, Université de Paris, Paris.
- Vygotsky, L. (1934). *El problema de la enseñanza y del desarrollo mental e la edad escolar*. Moscow: Editorial Progreso.
- Ziman, J. (1994). *The rationale of STS. Education in the approach. STS education. International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press.

Bios

Maria Amparo Oliveros Ruiz is a professor in the Science, Technology and Society Program at the School of Engineering of the University of Baja California (UABC). She received a BSc in public administration and political sciences from UABC and holds an MSc degree in education from the State University for Pedagogic Studies, Mexicali. Currently she has been sponsored by the National Science and Technology Council in Mexico with a scholarship to get a doctoral degree in higher education in engineering. Her project research is focused on the implementation of the STS program in the engineering units of the UABC at Mexicali, Mexico. She is a member of the PIEARCT (Iberoamerican Project for Evaluation of STS) network.

Juan Jose Sevilla Garcia received a BSc in chemistry from UABC, an MSc in chemistry from the Institute for Technology, Tijuana, and a DScEd from Iberoamerican University. He is the coordinator of the Technology Transference Office of Engineering at UABC.

Michael Schorr is a professor (Dr. Honoris Causa) at the Institute of Engineering, UABC, Mexico. He has a BSc in teaching and education from the Institute of Pedagogy "Seminar Halkibutzin," Israel, a BSc in chemistry, and an MSc. in materials engineering, both from the Technion-Institute of Technology, Israel. He teaches materials engineering at UABC.

AMPARO OLIVEROS RUIZ
BENJAMIN VALDEZ SALAS
MARGARITA STOYTCHIEVA
JUAN JOSE SEVILLA GARCIA
MIGUEL SCHORR WIENNER
ANGEL VAZQUEZ ALONSO

A SCIENCE TECHNOLOGY AND SOCIETY (STS) PROGRAM IMPLEMENTATION TO IMPROVE THE SOCIAL INCLUSION OF ENGINEERING STUDENTS

Abstract

As future members of the productive sector, the engineering students in Mexico must have not only strong technical knowledge, but the skills to interact with science and technology as an interface with the society. In order to get a more integral formation of the engineering students at the Faculty of Engineering in the Autonomous University of Baja California (FI-UABC), a Science, Technology and Society (STS) program has been implemented. The results obtained from the application of an opinion questionnaire to the students population and teachers are presented and compared as a function of the three different stages of the engineer formation. Findings indicated that the lack of human development courses in the curricula affects the socialization skills of the students and graduates. Suggestions are made to change the actual conditions in order to favor the social inclusion of these young students.

Introduction

The Faculty of engineering (FI-UABC) has more than 4000 students and 13 different careers, located in the city of Mexicali with an industrial surround that is changing from manufacture to high tech activities. In the last ten years the assembly industry has contracted the majority of the graduates requesting technical skills in mechanics, electronics, design, computing, and civil engineering and requiring the knowledge of the English language. The growing of the companies and the change of activities toward the generation of value through the creation of research and development departments in their plants in Mexico, attend the trends established by the global economic crisis. Is in this point were the human factor play a definitive role and convert it as an important factor for the success in the new enterprises, not only in the technical sense of it participation, but also in its social inclusion as part of the social responsibility that will complement the new development platform, research and technological innovation.

In this global knowledge economy, Mexico faces severe competition in a lot of opportunity markets exposing to an increasing dependency on access to new technology and research results. Nevertheless, the global success is frequently based on local excellence turning the local availability of knowledge and skills to important factors. The FI-UABC is convinced of the advantage of being a source of innovation and the opportunity to play multiple roles, not only through the research

and technology transfer, education and human resources development, also through the development of the culture and the community to create the conditions where innovation thrives.

The State Government of Baja California is supporting innovation-related activities in higher education institutions to focus the socio economic impact and the benefits derived from the development of new products, services and companies.

The generation of new products, services and companies implies to serve the society and consequently creates the great necessity to establish a strategy to link individuals with a great content of science and technology to the social environment in where they must evolve and yield as professionals.

Methodology

The STS dimension in education has been sustained in many social-philosophical and psychological disciplines such as the constructivist theory of learning which is much compromised with the abilities and development of individual and social values, in accordance with most of the actual teaching proposals.

The results of a survey on ethical issues in engineering strongly suggests that important disconnects exist between the education of engineering students regarding ethical issues in engineering on the one hand, and the realities of contemporary engineering practice regarding to its social role on the other. The views of engineering students differ substantially over what makes an issue an ethical issue, while practicing engineers exhibit significant disagreement over what is the most important non-technical aspect of being a responsible engineering professional in contemporary society. These divergences impede the recognition of ethical issues and of specific moral responsibilities of engineers in concrete professional practice. It is argued that the use of suitably refined and probing surveys of engineering students and practicing engineers about social issues in engineering is an important although neglected empirical approach to the study of engineering ethics.

The teaching space as oneness with the research community, involves a commitment to organize such space to provide conditions in which the cooperation to learn acts as an essential ingredient. These conditions were based on four research ways or differential work strategies. As a first stage, the class was divided in several teamwork conformed by three or four members. Each team assumes in each unit one of the research dimensions, this way there is at least one team in each unit of each of the following modes.

Mode of conceptual research: Involves the research way that investigates about the cultural heritage of the topic exposed. The objective is to give an approach of the topic timeline. The main tools in this topic will be bibliographic and journal notes.

Mode for empiric research: This mode is focused in the discovery of quotidian reality related with the analyzed themes as well as their corresponding social and moral implications. It is accepted that the data on dispute and opinions which no frequently appear in debates about value and in many occasions are not well based. The empiric research teams obtain information and analyzed it as they do in human science. Surveys, conducted interviews o field studies are made to get the information closer to the real conditions.

Mode of creative research: Establish the principle that the social attitudes acquired during the educative process imply the relationship between esthetic and ethic that takes relevance from a human development education point of view. We all consider that arts, call them movies, literature and even music can be media that raises moral questions, many times in a clearer way than descriptive speeches or reflexive about them. It is intend to give the student the chance to use these expressive media and research with them as a socialization media.

Mode for coordination of results: This is an important activity responsible to supply logistic strategies that help to agglutinate the results of the differentiated work performed in the other sections (conceptual, empirical and creative). It means to make all the information coherent even when the same topic is boarded from distinct flanks, permitting a proper sharing of the results with everybody.

A quantitative method to establish a surveying of the engineering student's population at the Faculty of Engineering of the University of Baja California was applied to collect information trough a questionnaire as a measurement tool. This questionnaire allows respondents to express their own point of view on a wide range of topics STS and was designed by Vazquez et al in 1999. It employs a Likert scale with nine options but in a later analysis it is summarized into five options.

It is a multiple choice model (MCM) where the person who responds to the matter raised in each issue evaluates on a nine-point scale, their degree of agreement or disagreement with each of the sentences given. All have the same format, beginning with a header from a few lines where there is a problem for which you want to know the attitude of the respondent, followed by a list of situations that offers a range of different explanations on the issue raised and finally, an option not to answer as "I don't understand the question". Although the methodology is quantitative, it allows a qualitative analysis too.

The questionnaire was applied to 60 students in their basic stage that comprises from the first to the third semester (Group 1) and 60 students from terminal stage comprising sixth to eighth semester (Group 2), representing a total population of 120 students. The instrument will allow us to detect the true extent of knowledge that students in different degrees have of the STS concepts according to the expert panel of judges and in our particular case, the skills of students to incorporate in the social environment.

The taxonomy of attitudes related to science, technology and society that impacts the social inclusion are classified as external science sociology and includes the feedback between society and the binomial science/technology. The subtopics then are ethics and social responsibility framed in the questionnaire item number 60,611.

Results

Gender, age and public country policies were selected for the comparative analyses of factors influencing the social inclusion in the future engineering professionals graduated from our Faculty of Engineering.

In analyzing the gender question, we can observe that in the two surveyed groups, 80 percent are male and 20 percent female. The age Group 1 has an average age of 18 years and it is 23 years in Group 2. In one hand we can state that the

knowledge area it is still highly prevalent among male gender and on the other hand, the predominantly student population is found within the normal cohort for higher education.

Question 60611 mentions that in Mexico there are more male than female scientists. The main reason is according to Group 1 "there is no reason why there are more male than female scientists, both are equally capable of being good at science and the opportunities today are similar". Unlike group 2, which express that "schools have not done enough to encourage women to choose science courses; women are as capable as men in science".

Understanding that the analysis of gender issues is complex, it is clear that students from both groups perceive in a different way the degree of involvement of women in science.

Question 40421 deals with the country's policies, affecting its scientists, since they are part of society, not isolated from society. Group 1 responded "Scientists are affected by the country's policies because the benefits of science are mainly from the government". Group 2 believes that the government controls the science policy whether or not scientific projects are subsidized by the government. The analysis allows us to infer that students know clearly the central role that the government plays in promoting science.

Discussion

The results obtained in this investigation reveal the predominance of the male gender in the scientific job. The respondents did not find a logical explanation for this situation, but it was important that the Group 1 students has clear the existence of equity in the opportunities for both male and female gender. On the other hand, Group 2 declares that there is not enough motivation from the school to promote science learning on women. Comparing between the beginners (eighteen years old) and advanced students (twenty three years old) we found the need to establish a teaching strategy to work in the reinforcement of the equity gender participation in engineering tasks for our graduate students.

The engineering students have a well understanding about their role in the development of the country. They consider that scientific and technological activities are not isolated of social context. Fortunately in Mexico the science and technology policies are changing and the new directions involve a triple helix scheme. It means that the academic sector represented by the universities as ending stage of the educative process, are also implementing structural changes not only in the educative programs, but also in the liaison strategies with the social sector based on STS.

In fact, when something is not well understood or not valued it is frequently excluded. Sometimes, science and engineering teachers tend to ignore in their teaching programs the role of technology and its relationship to science, or are considered as not worthy. It is the function of the teacher to explain the relevance and importance, of the humanistic and cultural aspects of STS.

Conclusion

The engineering students are conscious of the importance to reflect on the impacts that their future activities on science and technology will have on society. It is necessary implement the dominant social values system as media to reach their social inclusion, even far beyond the aims of the educative programs. At the same time, we also need to promote understanding of how social integration skills are involved in the development and behavior of the society, both past and present. To achieve this, we consider it imperative to implement a curriculum that includes the STS program for human development with a special emphasis on social interaction. It will be required further guidance in science education from the scientific and technological literacy perspective. To do so, content must be prepared based on a scientific culture open to other disciplines such as history, philosophy, psychology and sociology of science. This new approach should be an effective way to motivate students to become interested and learn the various ways in which science and technology should be conceived as a tool in their future professional performance as social included citizens.

References

- Aikenhead, G.S. (1994). What is STS teaching? *International perspectives on reform. Ways of knowing science series*. New York: Teachers College Press 47-59.
- Ausubel, D., Novak, J. and Hanesian, H. (1987). *Educational Psychology. A cognitive view*. Holt, Rineheart and Winston, Inc. New York.
- Mansour, N. (2007). Challenges to STS Education: Implications for Science Teacher Education. *Bulletin of Science, Technology & Society*. 27: 482.
- Schorr, M, Valdez B. y Hernández G. (2003). Educación tecnológica: Preparación de la juventud para su incorporación en la sociedad moderna, *Revista de la Educación Superior*, Vol. XXXII, No. 126, 71-74.
- Vázquez, A, and Manassero, M. (1999). Response and scoring models for the views on science, technology – society. *International Journal of Science Education* 21: 231.
- Carson, R.E (1997). Why science education alone is not enough. *Interchange*, 28, 191-204.
- McGinn, R. (2003). "Mind the Gaps". An Empirical Approach to Engineering Ethics. *Science and Engineering Ethics* 9, no. 4:1-2.
- Ziman, J. (1994). The rationale of STS. Education in the approach. STS education. *International perspectives on reform. Ways of knowing science series*. New York: Teachers College Press.
- Santiago, M. E and Arroyo, G. (2007). La asignatura sello CTS+I: Estrategias para la alfabetización Tecno científica". *Revista de la educación Superior* Vol. XXXVI (4), No. 144: 87-88.

Prof. Dr. Benjamin Valdez Salas
Institute of Engineering
Autonomous University of Baja California
Mexicali, Mexico
benval@iing.mx1.uabc.mx

Prof. Dr. Margarita Stoytcheva
Institute of Engineering
Autonomous University of Baja California
Mexicali, Mexico
margarita@iing.mx1.uabc.mx

Prof. Dr. Juan Jose Sevilla Garcia
Institute of Engineering
Autonomous University of Baja California
Mexicali, Mexico
jcjast@gmail.com

Prof. Dr. Miguel Schorr Wiener
mschorr2000@yahoo.com
Institute of Engineering
Autonomous University of Baja California
Mexicali, Mexico

Prof. Dr. Angel Vazquez Alonso
Universidad de las Islas Baleares
Facultad de Educación
Palma de Mallorca
Spain



**IV SEMINARIO INTERNACIONAL DE LA
RED INTERNACIONAL PARA LA EDUCACIÓN DE INGENIEROS (RIEI)
IV INTERNATIONAL NETWORK FOR ENGINEERS EDUCATION SEMINAR (INEE)**

&

**XXVIII CONGRESO DEL
COMITÉ PERMANENTE PARA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA (COPEI)
XXVIII PERMANENT COMMITTEE FOR THE TEACHING OF ENGINEERS CONGRESS (PECOTEN)**

**“Educación de Ingenieros y Competitividad Global”
“Education of Engineers and Global Competitiveness”**

**7-9 julio / july, 2008
Sede / headquarters
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
Universidad Politécnica de Madrid
España/Spain**

**Hotel sede / Headquarters hotel:
Hotel HUSA, Paseo del Prado
Calle Atocha No 123
Madrid, España**

IV Seminario Internacional de Enseñanza de la Ingeniería de la RIEI
XXVIII Congreso del COPEI
Educación de Ingenieros y Competitividad Global
7-9 julio 2008

COMITE ORGANIZADOR

Ing. Carlos Santana Morales

Presidente de la RIEI

Coordinador General del Congreso

Vicepresidentes de la RIEI:

Ing. Carlos Prestes Cardoso - Brasil

M en C. César Villagómez Villarroel - Bolivia

Dr. Hugo Wainstock Rivas - Cuba

M en C. Modesto Méndez Rodríguez

Director Alterno de COPEI

M en C. Gonzalo Peña López

Secretario Técnico del COPEI

Prof. Benjamín Calvo Pérez

Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
Universidad Politécnica e Madrid

Comité Técnico

Dr. Oscar M. González Cuevas: UAM

Ing. José Luis Parra y Alfaro: ETSIM-UPM

Ing. Rodolfo Solís Ubaldo: Patronato UNAM

Dr. Jorge Sierra Acosta: UPIICSA - IPN

Ing. Rubén Gómez García: ESIME Unidad Culhuacán - IPN

M en C. Arturo Rolando Rojas Salgado: ESIME Zacatenco

Ing. Clemente Reza García: ESQIE-IPN

Enlace Internacional

Dra. Marinela García

Programa técnico

M en C. Gonzalo Peña López

Registro y finanzas

Lic. Bertha Treviño Rivera

Institución anfitrión

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas

Universidad Politécnica de Madrid

Tel: 001- 913367015

Hotel Sede: HUSA paseos del prado

Calle Atocha No. 123

Tel: 001- 912 934 800 y 912 984 820

e:paseodelarte@husa.es

Formación Integral del Estudiante de Ingeniería a Través del Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad.

María Amparo Oliveros¹, Juan José Sevilla², Michael Schorr², Martín Reséndiz³

¹ **Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, México**
(686) 5 66 42 70.: **Correo :** amparo.oliveros@gmail.com, amparo@uabc.mx

² **Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, México**
(686) 5 66 41 50 **Correo:**jcjast@gmail.com

³ **Organización de Estados Iberoamericanos, Delegación México.**
(55) 52 03 88 50 **Correo:** mresendiz@oei.org.mx

Tema 2.- Ética y sociedad

RESUMEN.

El estudiante de ingeniería del siglo XXI, en Mexicali, Baja California México, se enfrenta a los requerimientos del cambio del entorno industrial, donde la industria maquiladora inicia después de 40 años, la transición para convertirse en industria de alta tecnología. La demanda de ser competitivos a nivel nacional e internacional, es definitivamente un reto desde el punto de vista científico y tecnológico, por lo que son necesarias nuevas estrategias en la enseñanza de las ciencias. El binomio común Ciencia-Tecnología que dominó durante el siglo XX, continuará como la plataforma del conocimiento y la fortaleza técnica. Sin embargo, el factor humano se presenta como el componente preponderante para el éxito en todas las nuevas empresas donde la responsabilidad social complementará la nueva plataforma del desarrollo, la investigación y la innovación tecnológica. Sería de esperar que los alumnos mostrasen mayor motivación y mejores actitudes hacia la enseñanza y el aprendizaje de las materias de corte humanista, pero diversas investigaciones en didáctica de las

ciencias han demostrado que van decreciendo a lo largo de las etapas educativas (Simpson y Oliver 1990, Shigley 1993). Además, otras investigaciones han demostrado que un porcentaje importante de alumnos poseen imágenes descontextualizadas, distorsionadas o incompletas de las mismas, poco conectadas con la realidad, que no consideran aspectos de su historia y su evolución (Gil 1989, Solbes y Traver 1996). Una de las tareas del sistema educativo es la transmisión del conocimiento, formas de hacer, valores, creencias, normas, etc. El nuevo esquema que se propone en este trabajo, esta conformado por la terna Ciencia-Tecnología-Sociedad, en el que se potencia la formación de ciudadanos responsables, críticos y respetuosos con el medio ambiente y la sociedad en su conjunto. A partir de esta formula, seguramente se derivarán un sin número de modificaciones y aplicaciones a la medida de las economías de los distintos países involucrados en estas sociedades del conocimiento.

1. ANTECEDENTES.

Los programas pioneros (Science, Technology and Public Policy) STPP surgieron en los años cincuenta, en universidades tecnológicas como el MIT (Instituto Tecnológico de Massachussets) para dar respuesta a las necesidades de organización y gestión de la tecnociencia asociada a los grandes proyectos de investigación científica y tecnológica (como el Manhattan Tranfer Project durante la segunda guerra mundial). El movimiento Ciencia, Tecnologia y Sociedad CTS tiene uno de sus antecedentes en los STPP, pero incorpora también el comportamiento crítico hacia la ciencia y la tecnología heredado de algunos importantes acontecimientos sociales acaecidos durante los años 60.

La educación en ciencias en los 70 y 80 era de baja calidad en el aprendizaje. No se aprendía significativamente. No se aplicaban conocimientos en otros contextos. Había un descenso del interés de estudiantes en todos los niveles. Se menciona a la ciencia como aburrida, irrelevante, impersonal, frustrante, se

tenía una imagen deformada de la ciencia y los científicos. Hay un abandono potencial de quienes eligen ciencia en la universidad. Aumenta la brecha de género, sin embargo por fortuna empieza a haber investigación empírica sobre las concepciones alternativas sobre la ciencia.

A fines de los setentas y en los ochentas se inician investigaciones sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología y se plantean nuevas visiones con aportaciones de la filosofía, la historia y la sociología.

Durante la primera mitad del siglo XX la reflexión educativa hacia las ciencias se centro mas en los como, o sea en las estrategias y actividades para enseñar ciencias y en los que, se referían a los contenidos disciplinarios y se daba poca o nula importancia a los por que y los para que de la enseñanza de las ciencias, o sea no se buscaban una reflexión social sobre el impacto de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. En el siglo XXI la educación y tecnología no valoran el margen del contexto social, ya que ahora la enseñanza de la ciencia se ve como una incorporación explicita de la tecnología y la sociedad. Es un campo multi-e interdisciplinario entre tres áreas: ciencia y tecnología-sociedad, que incluye aspectos económicos, políticos, éticos y ambientales de la ciencia y la tecnología ligados a la educación.

Con las aportaciones de estas disciplinas a la enseñanza de las ciencias se busca modificar la imagen de la ciencia lineal que prevalecía hasta ese momento:

CIENCIA → TECNOLOGIA → SOCIEDAD = BIENESTAR

La dimensión CTS en educación se ha sustentado en muchas disciplinas socio filosóficas y psicológicas como la teoría constructivista del aprendizaje y esta muy comprometida con el desarrollo de habilidades, valores individuales y sociales, acordes con la mayoría de las propuestas educativas actuales.

2. METODOLOGIA.

Los Enfoque CTS en la Educación Científica y Tecnológica.

Los estudios CTS, constituyen una línea de trabajo académico e investigativo que tiene por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales.

Las actividades CTS y el constructivismo.

Existen diversas metodologías didácticas investigaciones en diversos campos de la didáctica y el aprendizaje que dieron como resultado la emergencia del modelo constructivista, en el que se integran las investigaciones sobre las ideas previas de (Viennot 1976), las teorías cognoscitivas (Piaget 1969), el área de desarrollo próximo (Vigosky 1934), el aprendizaje significativo (Ausbel et col. 1976) y el cambio conceptual, metodológico y actitudinal (Gil y carrascosa 1985, Gil 1993). De acuerdo con el constructivismo lo alumnos descubren y relacionan los conceptos, procedimientos y actitudes con ideas ya existentes en su mente, modificando, construyendo y fijando nuevas ideas de forma significativa a través de diversas actividades.

El aprendizaje implica la construcción de significados por parte del estudiante, que incluye los nuevos conceptos, procedimientos y actitudes relacionadas con los ya existentes, no por mera presentación sino, también, por participación activa (Vigostky 1934).

El constructivismo implica, por tanto, un cambio conceptual, procedimental y actitudinal en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las actividades CTS pueden contribuir a estos cambios de manera que se exponen a continuación.

Modos de implementación de la educación CTS y valores.

El aula como comunidad de investigación solidaria.

Es la apuesta por organizar el aula como un espacio educativo en el que sea imprescindible la cooperación para el aprendizaje. Para la constitución del aula como comunidad de investigacion solidaria se definen cuatro modos de investigación o estrategias de trabajo diferenciados. La clase se divide, por tanto, en varis equipos de tres a cuatro miembros cada uno. Cada equipo asume

en cada unidad una de las dimensiones de la investigación, por lo tanto hay al menos un equipo en cada unidad de cada uno de los siguientes tipos:

- Investigación conceptual: Se trata de la forma de investigación que indaga sobre la herencia cultural del tema tratado. El objetivo es propiciar un acercamiento a lo que el tema ha supuesto o lo que sobre el se ha dicho en la historia. Los referentes fundamentales de investigación serán los documentos bibliográficos y periodísticos.
- Investigación empírica: Intenta palpar la realidad cotidiana sobre los temas analizados 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 muchas ocasiones no están bien fundamentadas. Los equipos de investigación empírica obtienen información y la analizan en la forma en que lo hacen las ciencias humanas. Confección de encuestas, hacen entrevistas o llevan a cabo estudios de campo.
- Investigación creativa: Propiciar la vinculación entre lo estético y lo ético, e involucra, la importancia educativa de la dimensión creativa o estética como componente irrenunciable de la educación en valores. . Todos consideramos que el cine, el teatro, la literatura y hasta la música pueden ser medios que plantean cuestiones morales, muchas veces de forma más nítida que los discursos descriptivos o reflexivos sobre las mismas. Se trata de poner a los alumnos en disposición de utilizar esos medios expresivos y de investigar con ellos.
- Coordinación: 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 al centro y el de creatividad posibilita la presencia estética del tema en el aula y en el centro educativo. El equipo de coordinación es el responsable que ese trabajo diferenciado, aunque sobre el mismo tema, tenga coherencia y pueda ser compartido adecuadamente por todos.

	Actividades	Referentes
Investigación conceptual	Trabajo con textos, análisis semánticos, dilucidación de dilemas	Cultura universal
Investigación empírica	Desarrollo de la Personalidad moral	Comunidad
Investigación Creativa	Acercamiento estético al tema (teatro, radio, cómics, campañas publicitarias...)	Centro educativo y aula.
Coordinación	Seguimiento del trabajo de los equipos y organización de las actividades del aula (exposiciones, debates)	Aula

Cuadro 1. Resumen de metodología.

4. RECOMENDACIONES.

Incorporar en la currícula de una nueva asignatura socio-humanística impartida a los alumnos de carreras dedicadas a la formación de científicos e ingenieros llamada ciencia y sociedad

Desarrollar una mejor actitud y sensibilidad hacia los aspectos culturales, filosóficos, sociales, históricos, éticos y políticos, con el fin de formar egresados con pensamiento crítico y la independencia intelectual.

Obtención de conocimientos en relación a temas humanísticos científicos como la sustentabilidad, el agua, la energía, la biotecnología, como parte de su responsabilidad social como universitarios.

Fomentar la reflexión de las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico, para analizar sus beneficios y sus riesgos, promover una conciencia ética y tomar una visión global del mismo.

4.-CONCLUSIONES.

Se necesita fortalecer el aspecto CTS. Siendo cierto que se requiere una previa y adecuada educación en grados anteriores, se requiere también una vinculación en el espacio universitario que implemente proyectos con estudiantes y profesionales de las áreas naturales y sociales que permita la cultura de acercamiento y colaboración en su formación, además de un replanteamiento de planes curriculares.

BIBLIOGRAFIA

ANUIES, La Educación Superior en el Siglo XXI, www.anuies.mx/servicios/d_estrategicos/documentos_estrategicos/21/sXXI.pdf

Acevedo J.A, Vazquez,A.,Manassero, M. A. y Acevedo, P., (2003)Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con las ciencias, Revista Electrónica de

Enseñaza de las Ciencias, vol. 2, articulo 9. en línea en :
<http://www.saum.uvigo.es/reec> .

Delors, J. (1998). La educación contiene un tesoro, Paris, UNESCO.

Diego.J, Hereza. E, y Bosque. V. (2005). La alfabetización científica con orientación CTS. En línea en: <http://oei.es/salactsi/diego.htm>.

Esteban, S,(2003) La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias, Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias 2 Num. 3

Fernandez, I., Gil, D., Vilchez, A Valdez, P, Cachapuz, A., Praia, J. y Salinas, J. (2003), El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia, Revista Electrónica de Enseñaza de las Ciencias, vol. 2, articulo 8 en línea <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

García Palacios, E. M., González Galbarte, J. A. López Cerezo, Lujan, J. L., Martín Gordillo, M, Osorio, C. y Valdés, C. (2001). Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual. Madrid España: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)

Garritz A, (2007). Análisis del conocimiento pedagógico del “Curso ciencia y sociedad” a nivel universitario. Revista Eureka. Enseñanza y divulgación de las ciencias vol 4, pp 226-246.

Garritz, A (2006), Naturaleza de la ciencia e indagación , Cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano .Revista Iberoamericana de educación, OEI No 42 pp127-152.

Gines, J, (2004).La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento. Revista Iberoamericana de Educación. Numero 35 , pp 13-37

Martin,M (2002) Reflexiones sobre la educaron tecnologica desde el enfoque CTS Numero 28, Revista Iberoamericana de Educación., <http://www.rieoei.org/rie28a01.htm>

Martín, M, Gonzalez, J,C. (2002), Enseñanza de la tecnologia. Revista Iberoamericana, Numero 28 pp. 11 - 27 Organización de Estados Iberoamericanos.

OEA, ,(2006) Ciencia, Tecnologia ,Ingenieria e innovación para el desarrollo, Una visión para las Américas en el siglo XXI, www.oas.org.

Pernas, P, Resendiz, M (2005). El programa CTS de la OEI. Revista de Educación Superior ANUIES. Numero 136, pp 129-138

Sebastián J, (2003) Oportunidades e iniciativas para la cooperación iberoamericana en educación superior. . Revista Iberoamericana, Numero 28 pg. 197 - 233 Organización de Estados Iberoamericanos.

Formación Integral del Estudiante de Ingeniería a través del Enfoque Ciencia, tecnología y Sociedad.

Un ejercicio de simulación

*María Amparo Oliveros, Juan José Sevilla

**amparo.oliveros@gmail.com*

Abstract

A proposal is presented for the incorporation of the concepts of Science, Technology and Society (STS) into the teaching of science and technology at the Faculty of Engineering, Mexicali Campus of the University of Baja California. The methodology outlined for the development of research and the application of the “Opinions Questionnaire on Science, Technology and Society (OQSTS)” is described. This methodology allows an assessment of the views and attitudes of students and teachers on STS issues, to identify their strong and weak points and to detect the teaching and learning needs. Also, it is adequate to investigate the students’ attitudinal changes, their increased interest in the processes of learning and the contribution to their education and integration into the society.

Keywords: Relations STS, teaching and learning, scientific literacy, attitudinal change

Introducción

El estudiante de ingeniería del siglo XXI, en Mexicali se enfrenta a los requerimientos del cambio del entorno industrial, donde la industria maquiladora inicia después de 40 años, la transición para convertirse en industria de alta tecnología. La demanda de ser competitivos a nivel nacional e internacional, es definitivamente un reto desde el punto de vista científico y tecnológico, por lo que son necesarias nuevas estrategias en la enseñanza de las ciencias. El binomio común Ciencia-Tecnología que dominó durante el siglo XX, continuará como la plataforma del conocimiento y la fortaleza técnica. Sin embargo, el factor humano se presenta como el componente preponderante para el éxito en todas las nuevas empresas donde la responsabilidad social complementará la nueva plataforma del desarrollo, la investigación y la innovación tecnológica

1. Introducción

Se plantea la propuesta de la incorporación de los conceptos ciencia, tecnología y sociedad (CTS) básicas en la enseñanza de las ciencias y la tecnología en la Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), y además se presentan resultados parciales de la aplicación del instrumento denominado Cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), el cual nos muestra que el estado de las creencias y actitudes de estudiantes sobre cuestiones CTS, es limitado en los semestres inferiores, pero se va modificando a medida que se encuentran en grados superiores. Este diagnóstico parcial permitió ubicar fortalezas y debilidades que serán tomadas en cuenta para el diseño de nuevos enfoques para la enseñanza y aprendizaje de CTS. Se presentan propuestas de investigación y métodos didácticos que permitan el cambio actitudinal en los estudiantes, el incremento del interés por los procesos de aprendizaje y los medios utilizados para ello, lo que contribuye a su socialización y educación a través de una formación integral.

2. Método

Se utilizó algunas tecnologías de la información las cuales permitieron generar un programa de desarrollo humano basado en el CTS. El impacto de dicho programa fue evaluado a través del aprendizaje valoral impartido en plataforma Blackboard.

Se aplicaron varias estrategias basadas en documentos del curso de formación docente de la organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

2.1

Es de total importancia para la formación integral de los estudiantes el tema del desarrollo humano, el enfoque CTS en la educación científica y tecnológica tiene por objeto preguntarse por la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales

METODOLOGÍA

	ACTIVIDADES	REFERENTES
INVESTIGACIÓN CONCEPTUAL	Análisis Trabajo con textos, semánticos, dilucidación de dilemas	Cultura universal
INVESTIGACIÓN EMPÍRICA	Desarrollo de la Personalidad moral	Comunidad
INVESTIGACIÓN CREATIVA	Acercamiento estético al tema (teatro, radio, cómics, campañas publicitarias...)	Centro educativo y aula
COORDINACIÓN	Seguimiento del trabajo de los equipos y organización de las actividades del aula (exposiciones, debates)	Aula

2.2

Para este caso se realizó una simulación llamada “La escuela en la red? (Simulación educativa de un caso CTS sobre la educación y las nuevas tecnologías)”

El cual se aplicó a un grupo de ESEM conformado por 35 alumnos de Tronco Común en la Facultad de Ingeniería. en los periodos comprendidos de 2008 a 2010.

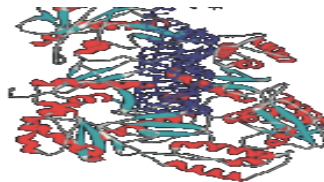
La contaminación industrial del agua



¿La escuela en la red?



AIDS-2000: La vacuna contra sida



¿Vías o autovías



Resultados y Discusión

En los comentarios expresados por los estudiantes podemos observar los siguientes:

- La educación en red no es todavía apta para una economía como la nuestra.
- Se necesitan cimentar bases (gobierno e iniciativa. privada), ya que no podemos quedarnos al margen de los avances de la educación y tecnología.
- Algunos prefirieron al maestro tradicional sobre el virtual (Deshumanización)

4. Conclusiones y Recomendaciones

Una adecuada incorporación en la currícula de una nueva asignatura socio-humanística impartida a los alumnos de carreras dedicadas a la formación de científicos e ingenieros llamada Ciencia, Tecnología y Sociedad, permitirá desarrollar una mejor actitud y sensibilidad hacia los aspectos culturales, filosóficos, sociales, históricos, éticos y políticos, con el fin de formar egresados con pensamiento crítico y la independencia intelectual, con el acercamiento al aula de temas humanísticos científicos como la sustentabilidad, el agua, la energía, la biotecnología, permitirá así la reflexión de las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico, como parte de su responsabilidad social como universitarios.

Agradecimientos

Al los doctores Juan José Sevilla, Jesús Francisco Galaz, Sara Ojeda por su conocimiento y al CONACYT por su apoyo económico.

Referencias

- [1] Delors, J. (1998). La educación contiene un tesoro, Paris, UNESCO .
- [2] Diego. J, Hereza. E, y Bosque. V. (2005). La alfabetización científica con orientación CTS. En línea en: <http://oei.es/salactsi/diego.htm> .
- [3] Esteban, S,(2003) La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias, Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias 2 Num.
- [4] Garritz A, (2007). Análisis del conocimiento pedagógico del “Curso ciencia y sociedad” a nivel universitario. Revista Eureka. Enseñanza y divulgación de las ciencias vol 4, pp 226-246
- [5] Santiago, Evelinda; Arroyo G (2007) “la asignatura sello CTS+I: Estrategias para la alfabetización Tecnocientífica”. *Revista de la educación Superior* Vol. XXXVI (4), No. 144
- [6] Schorr, Michael; Valdez, B; Hernández, G (2003) “Educación Tecnológica: preparación de la juventud para su incorporación en la sociedad moderna”. *Revista de la educación Superior* .Vol. XXXII (2), No. 126



Resultados de la aplicación parcial del cuestionario COCTS

María Amparo Oliveros Ruiz¹, Juan José Sevilla García²

¹Facultad de Ingeniería, UABC, Mexicali Mexico, amparo.oliverosoliveros@gmail.com

²Instituto de Ingeniería, UABC, Mexicali, México, jcjast@gmail.com

RESUMEN

Se plantea la propuesta de la incorporación de los conceptos ciencia, tecnología y sociedad (CTS) básicas en la enseñanza de las ciencia y la tecnología en la Facultad de Ingeniería, Campus Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). También se muestra el bosquejo metodológico para el desarrollo de la investigación y la aplicación del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), el cual permite evaluar el estado de las opiniones y actitudes de estudiantes y profesores sobre cuestiones de CTS para identificar sus puntos fuertes y débiles y detectar las necesidades para la enseñanza y el aprendizaje. Se presentan propuestas de métodos didácticos y de investigación que permitan el cambio actitudinal en los estudiantes, el incremento del interés por los procesos de aprendizaje y los medios utilizados, contribuyendo a su socialización y educación Acevedo, Manassero y Vázquez (1999) [1]

Palabras clave: Relaciones CTS, enseñanza y aprendizaje, alfabetización científica, cambio actitudinal.

1. INTRODUCCIÓN

El estudiante de ingeniería del siglo XXI, en Mexicali, Baja California México, se enfrenta a los requerimientos del cambio del entorno industrial, donde la industria maquiladora inicia después de 40 años, la transición para convertirse en industria de alta tecnología. La demanda de ser competitivos a nivel nacional e internacional, es definitivamente un reto desde el punto de vista científico y tecnológico, por lo que son necesarias nuevas estrategias en la enseñanza de las ciencias. El binomio común Ciencia-Tecnología que dominó durante el siglo XX, continuará como la plataforma del conocimiento y la fortaleza técnica. Sin embargo, el factor humano se presenta como el componente preponderante para el éxito en todas las nuevas empresas donde la responsabilidad social complementará la nueva plataforma del desarrollo, la investigación y la innovación tecnológica. Sería de esperar que los alumnos mostrasen mayor motivación y mejores actitudes hacia la enseñanza y el aprendizaje de las materias de corte humanista, pero diversas investigaciones en didáctica de las ciencias han demostrado que van decreciendo a lo largo de las etapas educativas. Diego. J, Hereza (2005). [2] Además, otras investigaciones han demostrado que un porcentaje importante de alumnos poseen imágenes descontextualizadas, distorsionadas o incompletas de las mismas, poco conectadas con la realidad, que no consideran aspectos de su historia y su evolución



Fernández, I (2003) [3]. Una de las tareas del sistema educativo es la transmisión del conocimiento, formas de hacer, valores, creencias, normas, etc. El nuevo esquema que se propone en este trabajo, está conformado por la terna Ciencia-Tecnología-Sociedad, en el que se potencia la formación de ciudadanos responsables, críticos y respetuosos con el medio ambiente y la sociedad en su conjunto. A partir de esta fórmula, seguramente se derivarán un sin número de modificaciones y aplicaciones a la medida de las economías de los distintos países involucrados en estas sociedades del conocimiento.

2. METODOLOGIA

En esta investigación se usa un método cuantitativo. El instrumento de medición se aplicara a alumnos de la facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California. Para esta prueba piloto se utilizó el cuestionario completo, pero se presentan resultados de solo 5 preguntas. Este cuestionario permite a las personas encuestadas expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas CTS. Este instrumento fue diseñado por Manassero, Vázquez y Acevedo(1999) [4], utiliza una escala likert con nueve opciones que luego para su análisis se resume en cinco.

El modelo utilizado es de respuesta múltiple (MRM) donde la persona que responde al asunto planteado en cada cuestión valora sobre una escala de nueve puntos su grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las frases ofrecidas. Todas tienen el mismo formato, se inicia con una cabecera de pocas líneas donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud de la persona encuestada, seguida de una lista de situaciones que ofrece un abanico de diferentes justificaciones sobre el tema planteado y, por último, una opción para no contestar como <<No entiendo la cuestión>>. Aunque la metodología usada es cuantitativa también permite hacer análisis cualitativos. Tabla1

El cuestionario se aplicó a, 60 alumnos de etapa básica (1 a 3 semestre), 60 alumnos de etapa terminal (6 a 8 semestres), que representan una población de 120 alumnos. El instrumento nos permitirá detectar el grado real de conocimiento que los alumnos de diferentes grados tienen sobre los conceptos CTS de acuerdo al panel de jueces expertos en cuestiones CTS Manassero y Vázquez (2000). [5]

El grupo de los alumnos de etapa básica se denominará grupo #1, mientras que a los de la etapa terminal se denominará grupo #2.

Tabla 1 Taxonomía actitudes CTS		
Temas	Subtemas	Ítem
Definiciones		
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia	10111
	02. Tecnología	10211
	03. Interdependencia	10411
Sociología externa de la ciencia		
2. Influencia de la sociedad sobre la ciencia y la tecnología	04. Ética	40421
3. Influencia de la ciencia/tecnología sobre la sociedad	01. Responsabilidad social	60611



3. RESULTADOS.

En el análisis de la pregunta género, podemos observar que en los dos grupos encuestados el 80 por ciento es del género masculino y el 20 por ciento femenino, en edad el grupo #1 tiene una media de 18 años y el #2 es de 23 años. Por lo que por una parte podemos afirmar que en esta área del conocimiento, sigue prevaleciendo fuertemente el género masculino y por otra parte, la población estudiantil, predominantemente se encuentra dentro de la cohorte normal para la educación superior. (Figura 1)

En la pregunta 10111, hace referencia a que tan difícil es la definición de la ciencia, el grupo #1 manifestó estar totalmente de acuerdo que la ciencia es un cuerpo de conocimientos tales como leyes y teorías, mientras que el grupo #2 expuso que es buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (curar enfermedades, solucionar los problemas de contaminación y mejorar la agricultura. Analizando los resultados podemos observar que el grupo #1 tiene una visión más básica de la ciencia, mientras que el grupo #2 tiene un concepto de mayor cercanía a la vida cotidiana, con un sentido de aplicación hacia la comunidad.

En la pregunta 10211, cuestión relacionada a la definición de la tecnología tenemos que el grupo #1 manifestó que “son nuevos procesos, instrumentos, maquinas, herramientas, computadoras o aparatos prácticos para el uso de cada día”, lo que indica que este grupo tiene una imagen muy básica del desarrollo de la tecnología, el cual asimilan del contacto cotidiano. Por su parte el grupo #2 opinó que es muy parecido en concepto al de ciencia ya que se rompen las fronteras de los conceptos ciencia y tecnología, estas van de la mano, ya que a los científicos se les conoce en la actualidad como tecnólogos.

En la pregunta 10411 sobre la relación de la ciencia y la tecnología, ambos grupos coincidieron en que la “investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica”.

En la pregunta 40421 sobre si la política de un país afecta a sus científicos ya que estos son parte de la sociedad (esto es, los científicos no están aislados de su sociedad) el grupo #1 respondió “Los científicos están afectados por la política de su país porque la subsidios de la ciencia vienen principalmente del Gobierno”. El grupo #2 opina que el gobierno controla las política científica independientemente de que sea o no subsidiados los proyectos científicos por el gobierno. El análisis nos permite deducir que los alumnos tienen claridad en el papel central que juega el gobierno en la promoción de la ciencia.

En la pregunta 60611 que menciona, hoy en día, en nuestro país, hay muchos más científicos que científicas. La principal razón de esto es: grupo #1 manifiesta que “no existen razones para tener más científicos que científicas. Ambos son igualmente capaces de ser buenos en ciencia y hoy en día las oportunidades son similares”. A diferencia el grupo #2 expresa “las escuelas no han hecho lo suficiente para animar a las mujeres a elegir cursos de ciencias. Las mujeres son tan capaces como los hombres en ciencia”. Entendiendo que el análisis de las cuestiones de género, resulta de cierta complejidad, es evidente que los estudiantes de ambos grupos, perciben de manera diferente el grado de involucramiento de la mujer en la ciencia.

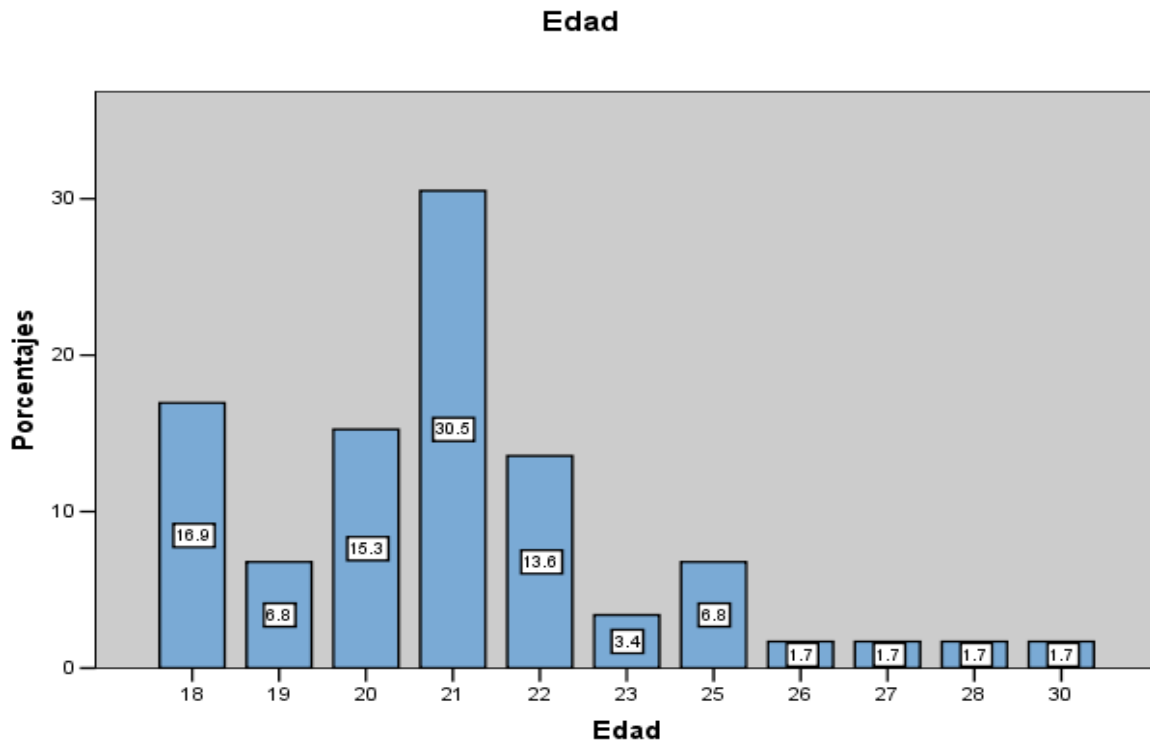
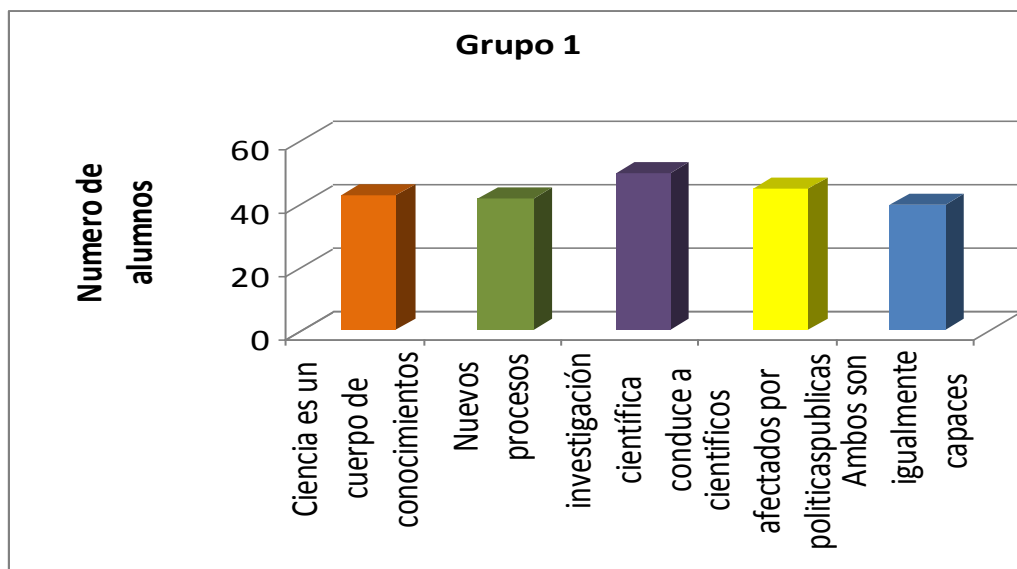
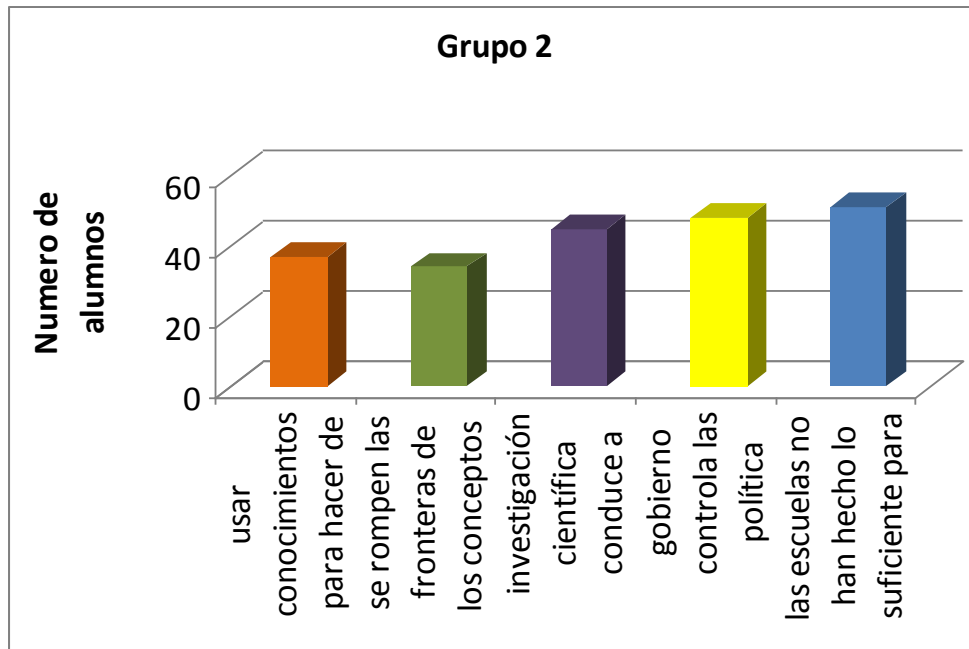


Figura 1





4. CONCLUSION

Los resultados obtenidos indican la necesidad de implementación en la currícula de la materia CTS+I. Se requiere además, orientar la educación en la ciencia desde la perspectiva de la alfabetización científica y tecnológica. Para ello, deben prepararse contenidos especiales basados en una cultura científica no encerrada en sí misma, sino abierta a otras disciplinas como la historia, filosofía, sociología y psicología de la ciencia. Este nuevo enfoque debe motivar de una manera efectiva al alumno para que se interese y aprenda las diversas formas en que debe ser concebida la ciencia y la tecnología, como una de sus futuras herramientas en el desempeño profesional. Garritz A, (2007). [6]

REFERENCIAS



- [1] Acevedo J.A, Vazquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P., (2003) Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con las ciencias, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 2, artículo 9. en línea en : <http://www.saum.uvigo.es/reec> .
- [2]Diego. J, Hereza. E, y Bosque. V. (2005). La alfabetización científica con orientación CTS. En línea en: <http://oei.es/salactsi/diego.htm>.
- [3]Fernandez, I., Gil, D., Vilchez, A Valdez, P, Cachapuz, A., Praia, J. y Salinas, J. (2003), El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 2, artículo 8 en línea <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- [4] Manassero, M.A. (2001) percepción de los estudiantes sobre la influencia de la ciencias escolar en la sociedad.OEI
- [5] Manassero, M.A.y Vásquez A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. Revista Interuniversitaria de la formación del profesorado. 37
- [6]Garritz A, (2007). Análisis del conocimiento pedagógico del “Curso ciencia y sociedad” a nivel universitario. Revista Eureka. Enseñanza y divulgación de las ciencias vol 4, pp 226-246.