

# GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 6 No 1 Julio 2011 Pp 21-33

---

## TRATAMIENTO DE PROBLEMAS SOCIO-CIENTÍFICOS EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE BIOLOGÍA: ALGUNOS ASPECTOS

### TREATMENT OF SOCIO-SCIENTIFIC PROBLEMS IN TRAINING BIOLOGY TEACHERS: SOME ASPECTS

Michel Pisa Carnio<sup>1</sup>

michelcarnio@fc.unesp.br

Washington Luiz Pacheco de Carvalho<sup>2</sup>

washcar@dfq.feis.unesp.br

#### RESUMEN

Con base en el movimiento CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedad-Ambiente) y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias, nos proponemos en este trabajo poner en discusión las potencialidades y limitaciones del tratamiento de problemas socio-científicos (PSC) en la formación de profesores de Biología. Para esto, partimos de una experiencia realizada con alumnos de último año de un programa de Licenciatura en Biología, de una universidad pública localizada en la ciudad de Bauru, São Paulo, Brasil. A partir de los problemas socio-científicos escogidos por los estudiantes de licenciatura al desarrollar su práctica docente desde la perspectiva CTSA, realizamos el análisis de contenido de sus discursos, encontrando indicios de la potencialidad de esta actividad en su formación, en el sentido de posibilitar una actitud de cuestionamiento y criticidad de aspectos como la importancia social de los PSC y su fundamento en la ciencia; la formación de opinión; su registro en los medios; dimensiones locales, nacionales o globales con escenarios de valores políticos y sociales, razonamientos de ética; y desarrollo sustentable.

*Palabras clave:* Formación inicial, Problemas socio-científicos, Enseñanza de las ciencias.

#### ABSTRACT

From the STSE movement (Science-Technology-Society-Environment) and its implications in science education, this paper proposes to put in discussion of treatment possibilities and limitations of socio-scientific issues (SCI) in the training of biology teachers. For this, we part of an experiment conducted with students of final year degree in biology at a state college located in Bauru, São Paulo, Brazil. From the socio-scientific issues chosen by undergraduates to develop their teaching practice in a STSE perspective, we analyzed the content of their speech, pointing out evidence of the potential of this activity in their formation, in order to allow greater questioning and critical aspects such as the social significance of SCI and its basis in science, forming an opinion, his report by the media, dimensions local, national or global consultations with pictures of political and social values and ethical reasoning, and sustainable development.

---

<sup>1</sup> Maestrando en Educação para la Ciência. UNESP, Campus de Bauru, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup> Profesor adjunto, Departamento de Física e Química, UNESP, Campus de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

*Key words:* initial training, socio-scientific issues, science education.

## Introducción

De cara a los cambios en la ciencia y la tecnología ocurridos en las últimas décadas, la sociedad es exigida a comprender y participar de las discusiones relacionadas con problemas socio-científicos (PSC), que “son reforzadas por la facilidad con que llegan a la gente a través de los medios de comunicación (Lopes, 2009). En este contexto, nos preguntamos; 1) si la sociedad está preparada para comprender y posicionarse críticamente frente a la toma de decisiones adecuadas en estos cambios, y 2) como podemos pensar en la formación de profesores de modo que atienda estos asuntos en la escuela.

### 1. El movimiento CTSA en la Educación

En las últimas décadas, debido al acelerado avance de la sociedad en términos tecnológicos y científicos, se le ha atribuido gran importancia a la cultura científica de los ciudadanos. El crecimiento de los problemas ambientales pós-guerra, la tomada de consciencia de muchos intelectuales con relación a las cuestiones éticas, la calidad de vida de la sociedad industrializada y la necesidad de la participación popular en las decisiones públicas está cada vez mas, bajo el control de una élite que controla el conocimiento científico (Santos, Mortimer, 2002).

El avance científico y tecnológico que viene de la industrialización y el lanzamiento de nuevos productos para traer mas comodidades a la vida del ser humano fueron algunos factores que tuvieron como consecuencia la confianza plena en la ciencia por parte de la sociedad (Acevedo-Días et. al, 2002, Apud Conrado, El-Hani, 2010). Tal supervaporización generó tres concepciones que constituyen el mito de cientificismo que, según Santos y Mortimer (2002) son: a) *neutralidad científica*, en la medida en que se cree que la ciencia no está vinculada a la sociedad y los científicos y sus productos son neutros y libres de controversias o intereses; b) *el mito de salvación*, o perspectiva salvacionista, cuando se cree que la ciencia es siempre benéfica y la tecnología resuelve o podrá resolver todos los problemas de la humanidad; c) *el determinismo científico*, en el cual se cree que el conocimiento científico es siempre verdadero, superior e incuestionable.

Esos mitos están, aliados a la concepción lineal del desarrollo del conocimiento científico, en la cual se concibe, entre otros aspectos, que los desarrollos científicos, tecnológicos, económicos y sociales son, cada uno de ellos, meras consecuencias uno del otro.

Desde mediados del siglo XX, en los países capitalistas centrales, fue creciendo el sentimiento de que el desarrollo científico, tecnológico y económico no estaba conduciendo, lineal y automáticamente, al desarrollo del bienestar social. Después de una euforia inicial con los resultados de los avances científicos y tecnológicos, en las décadas de los 60 y 70, la degradación ambiental, tanto como el vínculo del desarrollo científico y tecnológico con la guerra, hizo que la ciencia y la tecnología se convirtieran en blanco de miradas mas críticas (Aules y Bazzo, 2001)

La percepción de que la ciencia no es una actividad neutra y de que su desarrollo está relacionado con aspectos sociales, políticos, económicos, culturales y ambientales, posee fuertes implicaciones para la sociedad. Siendo así, ella requiere tener un control social que, en una perspectiva democrática, implica involucrar grupos de personas cada vez mayores, en la toma de decisiones sobre C&T. Esa necesidad de control público de la ciencia y la tecnología contribuye en un cambio en los objetivos de la enseñanza de las ciencias, que pasó a poner énfasis en la preparación de los estudiantes para actuar como ciudadanos en el control social de la ciencia. (Santos, Mortimer, 2002).

En este contexto, la perspectiva CTSA surgió para cuestionar los valores, los intereses y la ideología involucrados en las relaciones entre Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. En la enseñanza, busca formar individuos capaces de interactuar en los debates sobre el desarrollo científico-tecnológico, y, influenciar en las decisiones que afectan la sociedad, tener y manifestar opinión al respecto (Pinheiro et. Al, 2007)

Para Cerezo (1998),

*A chave se encontra em apresentar a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, mas sim como um processo ou produto inerentemente social em que os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (Cerezo, 1998, p 44).*

Si por un lado la concepción común acerca de la C&T sustentaba un legado puramente positivo, las reflexiones del campo CTS buscaban comprender de manera menos ingenua las relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad, destacando también los aspectos negativos asociados al “avance” científico y tecnológico sobre la sociedad, a partir de perspectivas ambientales, políticas, económicas, sociológicas, etc. (Dagnino, 2007)

A pesar de no existir un discurso consensuado en relación a los objetivos, contenidos y campo de acción, algunos puntos de la educación con enfoque CTSA pueden ser considerados como bases comunes: relacionar la ciencia con aplicaciones tecnológicas y fenómenos de la vida cotidiana; abordar el estudio de aquellos hechos y aplicaciones científicas que tenían mayor relevancia social; abordar las implicaciones sociales y éticas relacionadas al uso de la ciencia y del trabajo científico; y adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico (Aules y Bazzo, 2001)

Por lo tanto, una importante contribución de la perspectiva CTSA en la enseñanza de las ciencias es la reflexión del carácter provisorio e incierto de las teorías científicas, lo que posibilita analizar y evaluar las aplicaciones de la ciencia, tomando en cuenta las opiniones controvertidas de los especialistas.

## 2. Los problemas socio-científicos (PSC)

Vivimos en una sociedad marcada por desarrollos científicos y tecnológicos controvertidos, en la cual casi a diario, los medios de comunicación social abordan problemas socio-científicos controversiales: uso de alimentos transgénicos, clonación, experimentación con animales, consumo de determinados medicamentos o, la co-incineración de residuos tóxicos en las fabricas de cemento, entre otros (Reis,2000).

*“As controvérsias referidas neste estudo (questões sociocientíficas) não se resumem a disputas acadêmicas internas e restritas à comunidade científica (por exemplo, entre os apoiantes de teorias e modelos científicos concorrentes), consistindo sim em questões relativas às interações entre ciência, tecnologia e sociedade (nomeadamente, as polémicas despoletadas pelos eventuais impactos sociais de inovações científicas e tecnológicas), que dividem tanto a comunidade científica como a sociedade em geral, e para as quais diferentes grupos de cidadãos propõem explicações e tentativas de resolução incompatíveis, baseadas em valores alternativos. Estas questões sociocientíficas possuem uma natureza contenciosa, podem ser analisadas segundo diferentes perspectivas, não conduzem a conclusões simples e envolvem, frequentemente, uma dimensão moral e ética”* (Sadler e Zeidler, 2004, p. 3).

Los problemas socio-científicos son, entonces, considerablemente diferentes del tipo de problemas que generalmente se abordan en la clase de ciencias. Estos frecuentemente están en un ámbito bien delimitado y son trabajados por medio de conocimientos objetivos y disciplinares, caracterizados por procedimientos que se dicen correctos y que se traducen en una única respuesta de tipo error o acierto (Abd-el-Khalick, 2003 apud REIS, 2000). Los problemas socio-científicos, al contrario, son poco delimitados, multidisciplinarios, cargados de valores (por ejemplo, estéticos, ecológicos, morales, educativos, culturales y religiosos).

*“Geralmente, o envolvimento deste tipo de problemas conduz a diversas ‘soluções’ alternativas, cada uma das quais com aspectos positivos e negativos. A partir destas diferentes propostas, toma-se uma decisão informada que, dada a impossibilidade de recurso a qualquer algoritmo para a avaliação das potencialidades e limitações, envolve a consideração de desafio de opiniões”* (Reis, 2000, p. 62).

En sentido convergente, diversas investigaciones han constatado que la comprensión de la naturaleza de la ciencia es fundamental para que el alumno pueda entender las implicaciones sociales, lo cual lleva a la necesidad de que, en el currículo, sean discutidos aspectos relacionados con la filosofía, historia y sociología de las ciencias (Santos y Mortimer, 2002). De esta forma, facilitar las representaciones que permitan al ciudadano, actuar, tomar y comprender

lo que está en juego en el discurso de los especialistas es una necesidad del mundo contemporáneo.

*“[...] os professores desempenham um papel decisivo na implementação de um currículo CTS. As suas concepções prévias relativamente ao ensino e à aprendizagem da ciência, construídas através da sua experiência e reflexão como alunos e, posteriormente, como professores, desencadeiam reações diversas (desde a aceitação até a rejeição) quanto aos eventuais méritos das novas propostas curriculares” (Reis, 2000, p. 44).*

En coherencia con esta posición, los PSC poseen un potencial para la concretización de las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad-ambiente (CTSA) en la enseñanza de las ciencias (Lopes, 2009), y, considerando el ámbito de la formación de profesores bajo la perspectiva CTSA, Carvalho y Gil-Perez (1995), tanto como Martins (2003) anotaron que la propuesta de problemas que movilizan aspectos no solamente técnicos, sino también éticos, afectivos, sociales y culturales, exige de los cursos de formación de profesores el compromiso con debates que vayan más allá de la esfera científica y tecnológica.

El estudio del impacto de los problemas socio-científicos en las concepciones de los ciudadanos sobre la naturaleza de la ciencia se torna especialmente importante y relevante para los profesores de ciencias, dadas las eventuales repercusiones en sus prácticas docentes y en sus concepciones sobre sus alumnos acerca de lo que es la ciencia. Se parte del principio de que los profesores a través de las ideas que vehiculan, de las estrategias que implementan y de la forma como abordan estas controversias en el aula, pueden tener un considerable impacto en las concepciones que sus alumnos construyen acerca de la ciencia (Reis, 2000, p.2-3).

### **3. Procedimientos metodológicos**

#### **a. Contexto de la investigación**

La investigación que se describe, busco aprovechar el eventual impacto de controversias en torno de asuntos científicos y tecnológicos en la elaboración de prácticas pedagógicas de profesores de Biología en formación. Algunos cuestionamientos orientaron la problematización y realización de este estudio:

Como futuros profesores de Biología conciben las relaciones e interacciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente?

Cual es la relación entre esta concepción y la práctica pedagógica que desarrollan?

De este modo, la actividad en cuestión fue desarrollada por estudiantes de licenciatura que cursan el último año de Licenciatura en Biología de una universidad pública de la ciudad de

Bauru, Brasil. Su realización fue posible por medio del acompañamiento de la disciplina “Enseñanza de las Ciencias y Biología bajo la perspectiva CTSA”, la cual tiene como uno de sus objetivos proporcionar condiciones para que los futuros profesores integren aspectos de interacción CTSA en la enseñanza de las ciencias dentro de sus actividades en la práctica docente. En este sentido, se propuso a los estudiantes de licenciatura, trabajar problemas socio-científicos con sus estudiantes de media vocacional en diversos colegios de la región de Bauru, y abordar tales tópicos por medio de talleres didácticos.

Después de algunas clases dedicadas a la introducción en el movimiento CTSA y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias, la profesora titular solicitó que el curso se dividiera en grupos de 4 estudiantes y que tales grupos seleccionaran un problema socio-científico específico de su preferencia para ser trabajado en el colegio a donde irían a realizar la práctica docente. Así, cada grupo tuvo la autonomía de adoptar un tema buscando representar la necesidad y la realidad de cada colegio.

Aunque los problemas socio-científicos presentan características propias y objetivos que la caracterizan como tal, los temas escogidos por los estudiantes no pasaron por una revisión sistemática en cuanto a su formulación. Se procuró superar esa dificultad de formular un problema socio-científico, incentivando la criticidad y la problematización de las temáticas, haciendo que los estudiantes reflexionaran sobre cuales cuestionamientos ellos esperaban proporcionar por medio de los talleres aplicados en los colegios. A continuación las temáticas que los grupos seleccionaron para la realización de los talleres, enumerados aleatoriamente.

- Grupo 1 - Desperdicio de agua, Alimento e Energía;
- Grupo 2 - Monocultivos de caña de azúcar;
- Grupo 3 - Disturbio de Imagen y sus consecuencias;
- Grupo 4 – Enfermedades tratadas con negligencia;
- Grupo 5 - Drogas lícitas e ilícitas;
- Grupo 6 - Métodos anticonceptivos y Aborto.

#### **b. Metodología y constitución de datos**

El abordaje metodológico obedece las premisas de una investigación cualitativa, la cual, según Denzin y Lincoln (2006,p.17), “envuelve un abordaje naturalista, interpretativo, para el mundo”, lo que significa que sus investigadores estudian las cosas en sus escenarios naturales, intentando entender, o interpretar, los fenómenos en términos del significado que las personas les otorgan. En relación a su naturaleza contextual, el trabajo presenta un carácter de estudio de caso, en la medida en que la investigación envuelve una situación específica que se supone es única en muchos aspectos, procurando evidenciar su unidad y características propias y comprender el modo como la experiencia social es creada y adquiere significado (Denzin & Lincoln, 2006, p.23)

La constitución y organización de los datos fue realizada según el análisis de contenido de Bardin (1977), definida por la autora como “un conjunto de técnicas de análisis de las comunicaciones con el objeto de obtener, por procedimientos, sistemáticos y objetivos de descripción del contenido de los mensajes, indicadores (...) que permitan la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción/recepción (...) de estos mensajes”. P.42

Después de la aplicación de los talleres en escuelas de educación media de la región, los estudiantes de licenciatura fueron invitados a comentar la experiencia vivida con los problemas socio-científicos, resaltando algunos puntos, como: el desarrollo de los talleres, la selección y cubrimiento de la temática, la viabilidad y alicabilidad de este tipo de abordaje, entre otros. Sus respuestas fueron grabadas en audio, transcritas y posteriormente sistematizadas y analizadas de acuerdo a los tres momentos de análisis propuestos por Bardin (1977, p.84-85): el pre-análisis, que consiste en la selección y organización de los documentos y formulación de hipótesis o preguntas orientadoras; la exploración del material, momento de codificación de los datos en unidades organizadas; y los tratamientos de los resultados en los procesos de inferencia e interpretación, en el sentido de buscar el significado de ciertas afirmaciones que, aparentemente, se muestran superficiales.

A partir de este proceso, consideramos cuatro ejes de análisis basados en las discusiones propuestas por Ratcliffe y Grace (2003) para listar las características generales de los PSC, las cuales son: tener importancia social y tener un fundamento en la ciencia; envolver la formación de opinión; ser frecuentemente reportados por los medios de comunicación; tener dimensiones locales, nacionales o globales con escenarios políticos y sociales; involucrar valores y razonamientos de ética; e involucrar la consideración del desarrollo sustentable.

Con base en estos presupuestos, objetivamos sistematizar y discutir las potencialidades y limitaciones del tratamiento de los PSC en la formación inicial de profesores de Biología, relatando una actividad que permitió analizar las respuestas de los estudiantes de licenciatura con respecto a sus prácticas con enfoque CTSA preparadas para estudiantes de educación media.

#### 4. Análisis y discusión

A continuación relatamos brevemente, como ejemplo, algunos trechos de las respuestas que corresponde a los ejes de análisis utilizados.

El eje *importancia social y fundamento en la ciencia*, trae elementos de reflexión sobre las justificaciones de corte científico que se muestran íntimamente vinculadas a la mejora o no de la calidad de vida de la sociedad en general. En este segmento se procura identificar las características de determinado problema que posibilita la discusión de la relación entre desarrollo científico-tecnológico y el bienestar social.

“Yo creo que uno también intentó mostrarles una visión de que, en verdad, tiene que haber un equilibrio siempre, entre la ciencia, entre la tecnología, entre la economía, entre la sociedad. Porque así, ah, las industrias son las que mas contaminan, las que más consumen, desperdician agua, solo que uno necesita de

la industria, entonces uno piensa siempre mostrar, ah, no queremos que usted tenga un punto de vista radical. Vamos a acabar con la industria, no, porque necesitamos de ellas. Es necesario invertir en tecnologías que sean mas eficientes y mas baratas. Entonces ese punto de vista, yo creo que uno intenta siempre mostrar el equilibrio en todas las áreas” (Grupo 1).

En este párrafo relatado por el grupo que trabajó el problema del desperdicio de agua, alimentos y energía, se nota la posible comprensión de que los procesos científico-tecnológicos dificilmente pueden ser caracterizados como buenos o malos, si consideramos la complejidad de las relaciones propias de este proceso. Se puso en discusión la necesidad de invertir en tecnologías mas eficientes y menos contaminantes, pero sin descartar la posibilidad de cuestionar las consecuencias de que este desarrollo puede tener frente al medio social.

En este sentido, a pesar de la sociedad estar presentando aún una intensa creencia en el poder salvacionista de la tecnología, Bazzo (2002) cree que la credibilidad de la autoridad de los conocimientos científicos y técnicos ha sido cuestionada cada vez mas, una vez que son notorias las consecuencias relacionadas con este tema.

El segundo eje trata de la *formación de opinión* de los individuos en la participación pública que involucra ciencia y tecnología, opinión esta que no se restringe a aspectos técnicos o científicos, sino a aspectos relacionados con otras instancias, aspectos morales, culturales, económicos, éticos, sociales, ambientales, religiosos, y otros

“[...] por ejemplo, la discusión sobre los transgénicos, yo vi que fue bien interesante. Porque es una situación en donde las opiniones están muy divididas y que en aquel momento ellos pudieron entender mejor lo que era un transgénico y hablar de lo que ellos pensaban. Aprendieron a... algunas veces todo mundo piensa que es muy bueno, pero después ellos comienzan a ver que están olvidando el lado ambiental. Yo creo que fue bien interesante porque uno va colocando situaciones en donde ellos tienen que reflexionar sobre los dos lados de la moneda” (Grupo 1)

La discusión sobre productos y alimentos transgénicos nos permite identificar instancias que posibilitan que los sujetos emitan sus opiniones y sus posicionamientos de acuerdo con las informaciones que recibieron, ya sea en el ambiente escolar o en algún otro medio (como por ejemplo, los medios de comunicación). El tratamiento y desarrollo de estas temáticas en las que no existe consenso pueden establecer un ambiente en la clase que favorece la participación y el compromiso de los individuos en asuntos relacionados con la comprensión pública de la ciencia y la tecnología, lo que Aules y Bazzo (2001) denominan cultura y participación.

El próximo eje habla de la frecuencia con que la temática es reportada por *los medios*, y el carácter con que estas informaciones llegan a la sociedad. La población sufre la influencia directa de estos asuntos y en este contexto los medios se muestran como una importante fuente en la cual la sociedad puede buscar información.

“No estaba esperando esa respuesta, tantos cuestionamientos que ellos hicieron, aunque algunos no tenían mucho sentido y tal, pero ellos se pusieron a pensar en el tema, ellos relacionaron lo que yo estaba hablando con cosas del cotidiano de ellos, cosas que ellos escuchan, o en las que no están seguros si es verdad o no” (Grupo 4)

Este eje se refiere a actividades que involucran la reflexión sobre el papel y el interés de los medios de comunicación frente al desarrollo científico-tecnológico y sus relaciones con el problema social, ambiental, ético, moral y otros mas. En este caso, el aparte anterior se refiere a la aceptación acrítica que normalmente la población tiene sobre las informaciones dadas por los medios en general. Gana importancia la discusión sobre el tipo de información que es transmitida por esos medios, la problematización de los diversos posicionamientos existentes entre los tipos de medios y las diferentes voces que éstos pueden representar.

El eje *dimensiones locales, nacionales o globales con escenarios políticos y sociales*, levanta la preocupación de si el problema a ser tratado es reconocido por la comunidad, ya sea en aspectos locales, o globales, y que presente aspectos de corte político y social, los cuales puedan ser capaces de estimular mayor participación de los involucrados, ya que problema de este carácter despiertan opiniones divergentes.

“Y también el impacto ambiental, cierto?, con la contaminación de las aguas de los ríos, no?, que la sociedad contamina todo eso y uno tiene que tener cuidado. Se tienen que usar recursos para no contaminar también el manantial, no?, hacer tratamiento y para eso se necesita invertir. Que la mayoría de los municipios no tienen estación de tratamiento de aguas negras y es necesario invertir en eso porque uno sabe que según la Organización Mundial de la Salud, cada peso, cada dólar, que se invierte en saneamiento básico, se economizan cuatro dólares en la salud, no?, porque muchas enfermedades que llegan a los hospitales es por falta de saneamiento básico. Entonces es un aspecto interesante” (Grupo 1)

Una característica fundamental al considerar problemas socio-científicos en la enseñanza de las ciencias es la contextualización de la problemática trabajada. Esta identificación con el contenido estimula la participación del sujeto frente a las situaciones presentadas.

El eje de *valores y raciocinio de ética* busca identificar y caracterizar las temáticas que despiertan opiniones divergentes entre los individuos, dependiendo de la posición social y del punto de vista de los involucrados.

“Antes, como digo..., intentar tener una visión mas amplia, no?, de no estar siempre enfocado en un punto. Algunas veces uno cree que si es un científico, entonces todo lo que hace está bien, cuando muchas veces los científicos trabajan para empresas desconociendo los objetivos de la empresa, no?. Y en niveles superiores, esa empresa puede estar junto con el gobierno, y no se sabe tampoco lo que el gobierno puede estar esperando de esa investigación”. (Grupo 1)

En este eje están relacionadas problemáticas enfocadas en la educación moral<sup>3</sup> que, no solamente se relacionan con la moral, sino que inevitablemente se procesan en el ambiente escolar (Razera, Nardi, 2010).

El último eje habla respecto al desarrollo de la ciencia que considera la calidad de vida de las personas y la preservación ambiental, caracterizando el desarrollo sustentable, en el sentido más amplio.

“Al final es hasta interesante porque esta propuesta de juego hace que los alumnos entiendan que todo lo que uno hace tiene impacto en el ambiente, por mas que sea minimizado, hasta las actitudes ecológicas, ellas no van a actuar solas, no es que ellas van a ayudar al medio ambiente, pero disminuyen el impacto que uno causa. Pero también uno no está ayudando”. (Grupo 2)

Relaciona el desarrollo científico-tecnológico con las consecuencias ambientales generalmente vinculadas, el grupo que desarrolló la temática del monocultivo de caña de azúcar trajo para discutir elementos que posibilitan la reflexión entre la relación de la mejora de la calidad de vida y la preservación ambiental, esta que con frecuencia es dejada de lado cuando se piensa en desarrollo científico, tecnológico y económico.

## 5. Consideraciones Finales

A la luz de las perspectiva de los problemas socio-científicos presentados, reflexionamos en este trabajo sobre cuales elementos fueron levantados en propuestas de PSC que nos permiten explorar las características de estos problemas en la formación de profesores.

El desarrollo de los talleres involucró los estudiantes de licenciatura en un proceso de construcción de un taller en el cual se posicionaron frente a cuestiones que no se limitan a los contenidos científicos, sino que se expanden a relaciones que permean otras instancias, como la social, ambiental, ética y moral.

Frente a estos diversos ámbitos, los ejes temáticos de análisis fueron propuestos con la intención de listar elementos que posibilitaran la problematización de situaciones, de los contenidos abordados y consecuentemente del cientificismo (Santos, Mortimer, 2002), revelando así los valores, intereses y controversias que normalmente están vinculadas a la actividad científica.

Aún cuando no fueron sistemáticamente estructuradas, se nota que todas las temáticas propuestas por los grupos de estudiantes de la licenciatura presentan las características de problemas socio-

---

<sup>3</sup> En este trabajo, utilizamos el concepto de moral de Vásquez (2005, p. 84, apud RAZERA, NARDI, 2010): “ La moral es un sistema de normas, principios y valores, según los cuales son reglamentadas las relaciones mutuas entre los individuos o entre estos y La comunidad, de tal forma que estas normas, dotadas de un carácter histórico y social, sean acatadas libre y conscientemente, por una convicción íntima, y no de una manera mecánica, externa o impersonal”

científicos de Ratcliffe y Grace (2003), en mayor o menor grado, cuestionando aspectos sociales de desarrollo científico y tecnológico tanto en los beneficios que este trae como en las consecuencias sociales y ambientales que puede causar.

El desarrollo de valores y aspectos éticos y morales es lo que torna los PSC un campo complejo de ser trabajado en la enseñanza de las ciencias (Pérez, 2010), al mismo tiempo en que es fructífero en asuntos de formación de los sujetos involucrados, entretanto la literatura indica muchas limitaciones al trabajar los PSC en clase (Reis, 2004; Santos, Mortimer, 2002; Pérez, 2010), algunas de las cuales fueron identificadas en la actividad realizada. Al principio, se nota gran dificultad de los grupos en formular sus PSC, en la cual el rico momento de la discusión de los estudiantes de licenciatura sobre cuales inferencias les gustaría hacer en los talleres, no se reflexiona de comienzo en el título de las temáticas sugeridas.

Otro punto a resaltar es que, debido a su carácter controversial y sus implicaciones éticas y sociales en la enseñanza de las ciencias, el desarrollo de los PSC implica necesariamente el posicionamiento personal y social de profesores y alumnos en la clase. El análisis de las respuestas nos indicó que no hubo consenso, aun entre los participantes de un mismo grupo, sobre cual debería ser el posicionamiento del profesor al trabajar determinado contenido. En este sentido, al traer tales cuestionamientos para la práctica pedagógica de futuros profesores, la actividad se mostró significativa en términos de autoformación, reflexión y discusión sobre el papel del profesor de ciencias y Biología en clase.

Resaltamos que la reflexión de carácter controversial de los PSC y sus implicaciones éticas y sociales refuerza la importancia de su tratamiento en el trabajo del profesor en clase, y también en la formación inicial, teniendo en cuenta que las concepciones de los profesores sobre las interrelaciones CTSA con relación a sus propias experiencias en ese campo (García et al., 1996)

En este sentido, se entiende que, para una lectura crítica de la realidad, se torna, cada vez mas fundamental una comprensión crítica sobre las interacciones entre CTSA, considerando que la dinámica social contemporánea está crecientemente vinculada al desarrollo científico-tecnológico. Entendemos este trabajo como una búsqueda de formación de un ambiente con miradas desde los PSC en donde el futuro profesor encuentre la posibilidad de reflexionar su práctica, su papel como educador y el sentido de formación que espera para sus alumnos. Destacamos, entonces, la importancia y necesidad de la realización de investigaciones futuras y complementares en esta área, que levanten elementos para comprender la potencialidad del tratamiento de los PSC en la enseñanza de las ciencias y, mas específicamente, su papel desempeñado en la formación de profesores.

## Referências Bibliográficas

AIKENHEAD, G. STS science in Canada: From policy to student evaluation. In D. D. Kumar & D. E. Chubin (Eds.), **Science, technology, and society: A sourcebook on research and practice**. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, pp. 49-89, 2000.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciência**. Tese de Doutorado. Centro de Ciências de Educação, Universidade de Federal de Santa Catarina, 2002.

AULER, D. BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Revista Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao Movimento CTS. In: **Seminário ibérico cts en la enseñanza de las ciencias – Las Relaciones CTS en la Educación Científica**, 4, 2006, Málaga. Anais. Málaga: Universidad de Málaga, 2006. p. 1-7.

BAZZO, Walter Antonio. A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. **Revista Iberoamericana de Educação**, n.28, 2002. Disponível em: <<http://www.rioei.org/rie28a03.htm>>.

CARVALHO, A. M. P. e GIL-PÉREZ, D. (1995). **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez Editora.

CEREZO, José Antonio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: Bibliografía comentada. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s.i.], n. 18, p.171-176, set. 1998.

CONRADO, D. M.; EL-HANI, C. N. **Formação de cidadãos na perspectiva CTS: reflexões para o ensino de ciências**. Anais II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2010.

DAGNINO, R. As trajetórias dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e da Política Científica e Tecnológica na Ibero-américa. **Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología**, 2007. Disponível em <[http://www.unbeds.pro.br/omts/livro\\_E/Dagnino.pdf](http://www.unbeds.pro.br/omts/livro_E/Dagnino.pdf)>.

GARCÍA, J. L. et al. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología**. Madrid: TECNOS, 1996.

LEWENSTEIN, B. V. **Models of public communication of science and technology**. Disponível em: [http://www.dgdc.unam.mx/Assets/pdfs/sem\\_feb04.pdf](http://www.dgdc.unam.mx/Assets/pdfs/sem_feb04.pdf) . Public Understanding of Science, v.16, p. 1-11, 2003.

LOPES, N.C. **Aspectos formativos da experiência com questões sociocientíficas no ensino de ciências sob uma perspectiva crítica**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

MARTINS, I. Formação Inicial de Professores de Física e Química sobre Tecnologia e suas relações Sócio-Científicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.3, p. 293-308, 2003.

PINHEIRO, N. A.; SILVEIRA, R. M.; BAZZO, W. A. A relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v.13, n.1, 71-84, 2007.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. **Science Education for citizenship: Teaching socio-scientific issues**. USA: Open University Press, 2003. 181 p.

RAZERA, J. C. C.; NARDI, R. Ensino de ciências e educação moral: uma interface de implicações mútuas. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.53, v.3, 1-12, 2010. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/3396Castilho.pdf>>.

REIS, P. **Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de Aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida**. Tese de Doutorado, Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Disponível em <http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>, 2004.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciência**, vol. 2, n. 2, dezembro, 2002.