



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRO 2014

Ciencia, tecnología y tecnociencia. Una propuesta para su enseñanza desde CTS

Castaño Támara, Ricardo

Ciencia, tecnología y tecnociencia. Una propuesta para su enseñanza desde CTS

RICARDO CASTAÑO TÁMARA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

alekostato@yahoo.es

Ciencia, tecnología y tecnociencia. Una propuesta para su enseñanza desde CTS

I. INTRODUCCION

La propuesta curricular que aquí aparece, se ha venido desarrollando con los estudiantes de la Facultad tecnológica del proyecto curricular de Sistematización de Datos y de Ingeniería en Telemática, con estudiantes de las asignaturas, Ciencia, tecnología y sociedad; Análisis social colombiano; Globalización y tecnociencia, de segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto y séptimo semestre, respectivamente. La propuesta se comenzó a desarrollar con los estudiantes de tecnología en la asignatura de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Globalización y Análisis Social Colombiano. Se trabajaron temas relacionados con la educación virtual, la construcción de la hidroeléctrica del Quimbo, La explotación minera de la Colosa y algunas temáticas sobre la explotación petrolera en la región de los Llanos Orientales en Puerto Gaitán. Se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología desde los estudios de CTS. Se propone como temáticas para ser abordado en el aula de clase los siguientes temas: explotación minera; construcción de hidroeléctricas; antenas de telefonía móvil; nanotecnología; biotecnología; y fuentes de energía.

Partimos de la propuesta desarrollada por la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, OEI: *Educar para participar. Materiales para la Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad en Papeles Iberoamericanos.*

Esta propuesta trabaja 10 casos o controversias tecnocientíficas, donde hacen parte los ámbitos propios de las ciencias naturales y las tecnologías (medio ambiente, investigación farmacológica, salud), las ciencias sociales y las tecnologías de la organización social (urbanismo, empleo, educación). Cada uno de los temas propuestos se centra en una controversia en la que aparece un problema relacionado con los desarrollos tecnocientíficos que tienen implicaciones y consecuencias sociales¹

De otra parte, consideramos que la solución de problemas en el ámbito de las ciencias sociales podría ser una alternativa para lograr combinar, junto a la propuesta de las controversias tecnocientíficas y las ciencias sociales, herramientas de aprendizaje y enseñanza, frente a la tecnociencia. En ese sentido hemos tenido en cuenta las etapas de la solución de problemas (adquisición, interpretación, análisis, comprensión y comunicación de la información) para abordar las problemáticas de las controversias tecnocientíficas.

II. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Por otro lado, el enfoque de solución de problemas hace un doble aporte, desde las dimensiones en que ha sido asumido este trabajo. En primera instancia, en el aspecto pedagógico, logra que el alumno pueda construir y desarrollar estrategias cognitivas de identificación para abordar la complejidad del conocimiento tecnocientífico en los distintos ámbitos sociales, culturales y económicos, a partir de los razonamientos y las reflexiones que debe hacer de su entorno, teniendo en cuenta las individualidades, las particularidades de los contextos sociales en los cuales se mueve. La segunda acepción es netamente procedimental, como lo propone Juan Ignacio Pozo,² en la cual se requiere que los estudiantes pongan en marcha una secuencia de pasos, de acuerdo a un plan preconcebido y dirigido al logro de una meta. Aunque la solución de problemas no puede desvincularse de los contenidos conceptuales o actitudinales,

¹. OEI, "Educar para participar. Materiales para la educación en ciencia, tecnología y sociedad," en *Papeles Iberoamericanos*, OEI, Madrid, 2008, p. 10.

². POZO, Juan Ignacio et al., *La solución de problemas*, Editorial Aula XXI, Santillana, Madrid, 1994.

buena parte de sus rasgos, como contenido del aprendizaje, se derivan de ese carácter procedimental.³

Esto convierte a la solución de problemas en un contenido y en un procedimiento, que consiste en *saber hacer algo*, y no únicamente en expresarlo o comprenderlo. Así, en el desarrollo del proyecto se aplican algunas estrategias didácticas de la solución de problemas, que se articulan y conjugan en el proceso de investigación de las controversias tecnocientíficas: en la adquisición, interpretación, análisis, comprensión, organización y comunicación de la información, con relación a los problemas de investigación que plantean los desarrollos de ciencia y tecnología que deben ser analizados en toda su complejidad.

En síntesis, se puede señalar que el enfoque basado en la solución de problemas, permitirán desarrollar procesos de enseñanza, distintos a los que han acompañado la práctica docente asumida en el espacio escolar. Esto no significa, de manera alguna, que se considere esta propuesta como la solución a toda la problemática que reviste la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Somos conscientes de las dificultades y riesgos a los que se está expuesto cuando se intenta reflexionar o teorizar sobre la práctica docente y los elementos que involucran el aprendizaje y la construcción del conocimiento.

Esto quiere decir que, como propuesta de trabajo, lo que se intenta es brindar, facilitar y mejorar, desde nuestra experiencia, una alternativa en la enseñanza que hasta el momento ha arrojado resultados satisfactorios en los diferentes lugares donde se ha implementado. En este sentido, como soporte de esa experiencia, daremos a conocer los modos y las técnicas empleadas en la elaboración de un trabajo que incorpore los presupuestos propios de CTS.

En estrecha relación con ciencia, tecnología y sociedad, su aplicación práctica en el aula escolar y la enseñanza de las Ciencias Sociales, tiene que ver la propuesta que hoy conocemos como *solución de problemas*. Así, una observación general del contexto en el que se desenvuelven los colectivos escolares, permite apreciar que no es frecuente proponer la solución de problemas como actividad de aprendizaje de las

³. *Ibíd.*, p. 181.

Ciencias Sociales, a pesar de que, como dice Domínguez Castillo, la mayoría de los problemas con los que uno se topa en la vida diaria son de tipo social;⁴ es decir, no se advierte que una parte considerable de las situaciones que se presentan en el conjunto de la realidad imponga la valoración de alternativas y la selección de opciones para solucionar problemas a partir de la identificación y procesamiento de información.

El hecho de que el *enfoque problematizador* tenga como uno de sus elementos fundamentales el reconocimiento de la cotidianidad, contribuiría a la superación de los vicios enquistados en las tradicionales prácticas pedagógicas y permitiría identificar la manera en que se puede incidir sobre el objeto mismo de la enseñanza de las Ciencias Sociales, en la medida en que su aplicación genera, en especial, procesos de razonamiento sobre los métodos de trabajo propios de la investigación y estructuración del conocimiento científico.

La aplicación del enfoque de la solución de problemas, también lleva implícita la reflexión sobre si se incorpora como objeto mismo del aprendizaje; es decir, como fin, para que los participantes aprendan a identificar, abordar o resolver situaciones problemáticas o si, más bien, se utiliza como un medio para que se puedan adquirir otros conocimientos. Una tercera opción sería que se combinaran las dos alternativas anteriores.

Uno de los aportes de mayor interés de la propuesta consiste en que conlleva la integración coherente y dinámica de dos procesos complementarios: el manejo de información y la solución de problemas. Si a lo anterior se adiciona el énfasis en la observación del entorno y la cotidianidad, se puede considerar como uno de los objetivos centrales de la propuesta la identificación, el planteamiento y la solución de interrogantes o problemas significativos del entorno.

La comprensión de los procesos y mecanismos que rigen el funcionamiento de las sociedades es uno de los asuntos que origina serias dificultades en el aprendizaje de las Ciencias Sociales. Por tal motivo, debe incorporarse como otro de los objetivos de

⁴. DOMÍNGUEZ CASTILLO, Jesús, "La solución de problemas en ciencias sociales", en, POZO Juan Ignacio et al., *La solución de problemas*, Aula XXI, Santillana, Madrid, 1994, pp. 134-179.

la propuesta, más aún si se tiene en cuenta que proporciona los elementos para interpretar los movimientos y transformaciones de las sociedades actuales. Las actividades de aprendizaje enfocadas a lograr este propósito deben estar orientadas a la consecución y tratamiento de la información proveniente de diversas fuentes, las cuales deben incluir, naturalmente, los actuales medios de comunicación como soporte para el análisis de los problemas y la formación de juicios.

Así, todo el proceso anterior adquiere verdadero sentido y significado en la medida en que es dado a conocer y en que es comunicado, por lo que es imprescindible que se trabaje en las características y formas de presentación de la información obtenida. De acuerdo con los objetivos anteriores, el trabajo, desde la resolución de problemas, debe producir conocimiento que sirva para afrontar mejor los problemas y cuestiones controvertidas de la vida social⁵.

La trascendencia dada por los objetivos a la solución de problemas debe corresponder con los contenidos, los cuales se refieren, en general, a conceptos, procedimientos y actitudes. De ellos, el que mejor contribuye a dar consistencia a la propuesta, es el de los *procedimientos*. Los conceptos corresponden al llamado *saber decir*, el cual tiene que ver con el manejo de datos, la relación de acontecimientos, la definición de conceptos y la elaboración de hipótesis que intenten explicar los hechos o los procesos.

Cuando se hace referencia a los procedimientos, se está hablando del *saber hacer* o el conjunto de experiencias prácticas o técnicas asociadas al manejo de fuentes y la habilidad para analizarlas y criticar la información que ellas proporcionan. El *saber conducirse* es la denominación que hace referencia al desarrollo de ciertas actitudes comprometidas con la valoración, la elaboración y expresión de juicios acerca del material procesado o sobre la misma realidad estudiada.

Los tres saberes mencionados no se dan en forma separada, sino que se relacionan complementándose e integrándose en la medida en que el conocimiento funciona siempre mediante estructuras o esquemas cognitivos que ponen en estrecha

⁵. *Ibíd.*, pp. 141-142.

interrelación los distintos tipos de contenido⁶. Se destaca, así, el papel que pueden jugar los procedimientos, por cuanto son los que otorgan el carácter práctico al conocimiento y, por tanto, le dan su verdadera dimensión de aplicación al estudio de la realidad.

Los procedimientos son los que dan el marco y activan el resorte que permite plantear las actividades de enseñanza las cuales pueden pasar por la elaboración e interpretación de mapas y la ubicación de zonas de problema; el diseño y aplicación de instrumentos para levantar información sobre la población; la dramatización de situaciones en las cuales se identifiquen o expresen problemas; la utilización de fuentes como los medios masivos de comunicación; el trabajo sobre documentos históricos o informes institucionales; la indagación de información con miembros de la familia, la comunidad, la localidad o en entidades e instituciones del sector; el análisis del impacto de la acción humana sobre el entorno o el análisis y comparación de información proveniente de diversas fuentes para identificar las soluciones posibles y más adecuadas a la situación concreta que se estudia. Estas son sólo algunas de las actividades que se pueden llevar a cabo. Las características específicas de la situación concreta, su nivel de desarrollo y el grado de evolución del proceso de aprendizaje, permitirán definir cuáles son las actividades más adecuadas.

Por último, es importante que la correlación de los objetivos y los contenidos se consolide a través de la verificación que se establece por medio de los criterios y mecanismos de evaluación. De acuerdo con lo enunciado, éstos deben referirse, en especial, al aprendizaje de los procedimientos y a la combinación de ellos con los contenidos conceptuales y valorativos.

La evaluación de los aprendizajes de procedimientos es imprescindible en la perspectiva de la solución de problemas, en tanto se refieren a la adquisición y tratamiento de la información, la evaluación crítica de documentos y otros tipos de fuentes, el planteamiento y desarrollo de ejercicios de carácter investigativo y la confrontación argumentativa de asuntos sobre los cuales se presenten diversos planteamientos y posturas.

⁶. *Ibíd.*, p. 143.

Por otra parte, está la evaluación de los aprendizajes en los que se hacen presente la construcción de conceptos en relación con la capacidad para resolver problemas. Estos ponen en evidencia la aplicación de la conceptualización elaborada al análisis de casos concretos y muestran, en particular, la necesidad de que el aprendizaje de conceptos *sirva para algo*; es decir, tenga una utilidad práctica en relación con la solución de problemas y situaciones de la vida diaria.

Del mismo modo, las políticas de desarrollo científico y tecnológico (Declaración de Budapest, Declaración de Santo Domingo...), las líneas de investigación en didáctica de las ciencias (alfabetización científica, formación científica para la ciudadanía...) y muchas reformas educativas recientes (inclusión de contenidos CTS en materias científicas, creación de asignaturas con ese perfil en muchos países...), comparten esa idea de que la enseñanza de la ciencia y la tecnología debe estar contextualizada en lo social y de que la sociedad actual no se puede entender sin referencia a la ciencia y la tecnología. Por ello, una verdadera formación para la ciudadanía no puede plantearse al margen del desarrollo tecnocientífico, ni tiene sentido una educación tecnocientífica que no incluya el aprendizaje de la participación en decisiones con importantes consecuencias sociales y ambientales.⁷ En este sentido, las ciencias sociales contribuyen enormemente en la formación ciudadana, en virtud de que permiten entender el contexto donde se producen la ciencia y la tecnología, brindando a los educandos herramientas de análisis, no solamente para comprender su realidad sino para transformarla.

Procedimiento para la solución de problemas

La enseñanza basada en la solución de problemas no tiene un carácter esencialmente procedimental, pues requiere que los estudiantes pongan en marcha una serie de pasos basados en un plan preconcebido y dirigido al logro de una meta, lo cual consiste en *saber realizar algo* y no sólo en decirlo y comprenderlo. Los estudiantes, con frecuencia, tienen conocimientos conceptuales o verbales que no utilizan en el contexto de una tarea concreta; es decir, *saben*, pero no emplean ese conocimiento.

⁷.OEI, "Educar para participar. Materiales para la educación en ciencia, tecnología y sociedad," en *Papeles Iberoamericanos*, op. cit., p. 9.

En el mismo sentido, los profesores “sabemos” resolver los problemas que se le plantean al estudiante, pero rara vez somos conscientes de los pasos dados al resolverlos, sobre todo cuando, como única herramienta, se dispone de la tradicional clase magistral. Por ello, no basta el conocimiento conceptual o la simple definición de categorías socioeconómicas, pues con ello se puede caer en la descripción desprovista de análisis, mientras, en realidad, aquéllas pueden constituirse en gran ayuda para la resolución de problemas.

Así, dentro de los procedimientos que los estudiantes deben adquirir para resolver problemas, algunos consisten en técnicas con las cuales debe familiarizarse hasta hacerlas prácticas, mientras otras requieren de planificación y control, como la búsqueda de fuentes de información para contrastar o ampliar determinada explicación de un fenómeno social, tecnológico o histórico.

En la solución de problemas, es necesario que los estudiantes tengan claridad específica sobre el trabajo que van a realizar; por lo cual, antes que nada, debe comprenderse el problema, concebir un plan, ejecutarlo o realizarlo y, finalmente, examinar la solución. En este sentido, proponemos algunos procedimientos o estrategias para la resolución de problemas en el orden siguiente:

ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN

En primera instancia, si se tratara de realizar una investigación a partir de los diez casos de las controversias tecnocientíficas, la información puede recogerse mediante la observación, por ejemplo, del entorno: ¿cómo ha cambiado físicamente su entorno?; ¿cómo ha cambiado la educación?; ¿cuáles han sido los hechos trascendentales de los desarrollos tecnocientíficos en la cultura?; ¿cómo ha sido transformado un espacio en un tiempo determinado?; ¿de qué manera se ha dado la urbanización o, por el contrario, se mantiene estancado el barrio o pueblo?; ¿qué cambios se han dado alrededor de los alimentos?; ¿existe armonía urbanística con los primeros asentamientos o, por el contrario, pulula la disgregación?; ¿a los recursos, como fuentes de agua, se les brinda atención, son suficientes o necesitan incrementarse?; ¿han cambiado las tecnologías de la información y la comunicación?; ¿es posible, a

través de la biotecnología, modificar los alimentos, genes humanos, cultivos?; ¿qué energías alternativas existen y cuáles son las más amigables con el medio ambiente?

De igual modo, la observación puede contrastarse con los relatos de personas mayores en la medida en que muestran cómo era su mundo cuando eran niños; son ellos quienes, como testigos presenciales o como sujetos activos, han advertido o propiciado los cambios y, por ende, son parte esencial en el engranaje del proceso tecnocientífico de su entorno social.

La selección de información, entonces, tiene como punto de partida la investigación y la documentación suministrada en diferentes fuentes en cuya búsqueda tienen que ver con intereses preconcebidos a partir de las necesidades que el estudiante advierta para la realización de su trabajo.

Así mismo, la visita a los archivos, la consulta en bibliotecas, las entrevistas realizadas a profundidad con especialistas sobre el tema que se va a investigar; la lectura de textos especializados de temáticas de ciencia y tecnología, se convierte en insumo importante para poder tener una mirada más precisa en el recorrido de la investigación. La búsqueda activa de información por parte de los estudiantes, debe basarse en el dominio de algunas de estas técnicas, para, finalmente, realizar con las fuentes recogidas un ejercicio de repaso, con el objeto de confrontarlas, compararlas, dilucidar contradicciones, despejar dudas, llenar vacíos. Es decir, concebir la investigación como parte fundamental de su trabajo.

INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La interpretación de la información recogida tiene importancia en el sentido de que el estudiante puede traducirla a un lenguaje con el que no está familiarizado y a la inversa, y cuya finalidad es la de facilitar la conexión de la nueva información con “contenidos” de su memoria; es decir, cumple un papel importante en la activación de conocimientos previos en la solución de problemas, lo cual es indispensable para su comprensión.

Así, se podrían interpretar diversas fuentes sobre una temática en particular, desde las distintas disciplinas que entran en las controversias tecnocientíficas: las ciencias sociales; la filosofía; la ética; las ciencias naturales, etc. Esto no sólo permite

interpretar la información recogida, sino la contrastación que se presenta cuando se hacen análisis relacionados con desarrollos de ciencia y tecnología. De esta manera, la comprensión del problema, mediante la integración de una nueva información proveniente de distintas disciplinas, le permite a los educandos entender la diversidad de miradas teóricas en torno a una problemática tecnocientífica.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Culminada la fase anterior, la información recogida requiere de un proceso de análisis, con el fin de que los estudiantes puedan construir nuevos conocimientos. Es, entonces, necesario que el estudiante disponga de técnicas y destrezas de razonamiento propias del conocimiento social, las cuales, sin lugar a dudas, se han venido adquiriendo en el desarrollo, tanto en el proceso de recolección, como en la interpretación de la información.

La confrontación de la información constituye un elemento importante para el análisis crítico, pues, al confrontarla o compararla, se podrán apreciar vacíos, contradicciones o errores; los documentos encontrados en la investigación pueden proporcionar suficientes ejemplos de ello o mostrar lo contrario. En este sentido, el trabajo de contrastación de fuentes ha demostrado que toda acción humana está movida por intereses, muchas veces velados o encubiertos con premisas de legalidad. Lo que permite llevar al estudiante a desmitificar la idea de que la ciencia es neutral, lineal y está afuera de toda relación social.

Con el análisis crítico de la información recogida, el estudiante podrá elaborar hipótesis, una aproximación a la “verdad” y, de este modo, acercarse con argumentos consistentes o, por lo menos, con mayor confianza, a su objetivo. Las hipótesis serán el resultado de la depuración de la información, de una teoría elaborada en el proceso de indagación, confrontación y análisis de los documentos encontrados en la investigación.

COMPRENSIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La capacidad de comprensión y organización de la información o de textos de diversa naturaleza, depende del grado de conceptualización del estudiante; sin embargo, se

pueden desarrollar procedimientos o estrategias que guíen estos procesos. Así, en primera instancia, debe tenerse en cuenta la comprensión de la información encontrada en la búsqueda; diferenciar las ideas principales o secundarias; entender su significado e identificar si éstos integran la información procedente de diversos textos o fuentes. Es necesario, también, identificar las características propias de cada texto o discurso: la distinción entre fuentes periodísticas y científicas.

En este caso, una síntesis integradora de las diversas informaciones podrá darse con el uso de mapas, fotografías, reportes de prensa, biografías, entrevistas, documentos de archivo, informes estadísticos, documentales, películas de ciencia ficción, textos de historia, textos científicos y aun literarios. De igual modo, un procedimiento más para la comprensión y organización de la información, estaría dirigido al establecimiento de relaciones conceptuales que den significado a la información; esto depende, en gran medida, de las relaciones que puedan establecerse entre determinada información y otros conocimientos previos.

Por lo tanto, el establecimiento de relaciones conceptuales facilita la solución de problemas como forma de aprendizaje y, por ende, posibilita que el estudiante reconozca una situación específica como un problema. Así, la integración de diversos factores causales ofrece amplias posibilidades para lograr la explicación de un fenómeno

COMUNICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La transmisión y comunicación de la información es la fase final en la solución de un problema. Para ello, se pueden utilizar diversos recursos, acompañados de gráficos o imágenes de otra naturaleza. Aunque una parte importante de la comunicación se realiza por medio de procedimientos de expresión oral, es necesario que en la presentación de los resultados de la investigación, el estudiante combine todos los recursos, teniendo para ello un plan determinado, el uso de técnicas y recursos expresivos, responda las preguntas, justifique y defienda sus opiniones, y tome en cuenta los aportes de los compañeros del semestre, etc.

La comunicación de la información puede igualmente apoyarse en las fuentes utilizadas para la realización del ejercicio, como fotografías, facsímiles de periódicos o documentos de archivo, entrevistas, libros, consultas en internet, entre muchos otros.

Dentro de la propuesta de trabajo, se les pide a los estudiantes la entrega de una revista o una cartilla donde aparezcan cada una de las fases concebidas en la investigación, y lo más importante, se socialice en un debate de carácter público cada una de las controversias tecnocientíficas, y se tome una decisión a partir de los argumentos mejor expuestos por cada integrante de la controversia desarrollada a lo largo del semestre.

Del mismo modo, se les pide a los estudiantes el diseño de una página Web, donde den cuenta de toda la investigación desarrollada a lo largo del proceso de la investigación: consulta e investigación de diversas fuentes escritas y orales; una galería fotográfica; una galería de videos; archivos adjuntos en Word y PDF sobre la temática investigada; la edición de videos o documentales referidos a la controversia; edición de la entrevistas realizadas a conocedores de la temática; archivos de voz; edición de la noticia; *links* donde aparezca la postura de cada uno de los actores que integran la controversia, entre otras cosas.

Siendo fieles a la metodología planteada en CTS, se busca de esta forma, dos cosas: una alfabetización sobre aspectos tecnocientíficos en el proceso mismo de la investigación para resolver la controversia tecnocientífica (adquisición, interpretación, análisis, comprensión y organización y finalmente comunicación de la información); y una democratización del conocimiento científico-tecnológico, al momento de resolver públicamente la controversia tecnocientífica a partir del debate y la argumentación de cada uno de los participantes en la controversia.

III. ALGUNAS CONTROVERSIAS TECNOCIENTÍFICAS PARA TRABAJAR EN EL AULA DE CLASE

Además de las controversias tecnocientíficas propuestas por el grupo ARGO, en cabeza de Mariano Martín Gordillo, hemos considerado otro conjunto de controversias que pueden ser trabajadas en el espacio universitario.

Con todo, admitimos que esta tipología tan sólo es una guía, que debe ser considerada de manera preliminar y abierta, ya que en ella no se agotan todas las posibilidades y perspectivas que abren las controversias tecnocientíficas para el espacio escolar. Son infinitas las temáticas que pueden ser abordadas, ya que los desarrollos de la ciencia y la tecnología involucran aspectos sociales, culturales, económicos y políticos, no siempre de manera significativa, sino que muchas veces, tienen consecuencias negativas para el grueso de la sociedad y el mismo medio ambiente. Lo que significa una estrecha relación entre ciencia y tecnología, hacia una valorización del capital desde la perspectiva de la tecnociencia. Es decir, la conversión de la ciencia y la tecnología en mercancía. Algunos de los temas propuestos aquí ya han sido trabajados con los estudiantes de la Facultad Tecnológica (ver anexos).

a. *Temas relacionados con la explotación minera energética:* actualmente, la explotación minera ha sido uno de los “motores de desarrollo” impulsado por grandes multinacionales extranjeras para el grueso de países de América Latina: Argentina, Brasil, Venezuela, Panamá, Bolivia, Perú y, en especial, Colombia. Se tiene presupuestado que de las 114 millones de hectáreas del territorio colombiano, más de 45 millones de hectáreas de tierras se tienen destinadas para la explotación minera. No es casual que el Estado colombiano esté pensando en aprobar un Plan Nacional de Ordenamiento Minero en un plazo máximo de tres años.

El Plan Nacional de Ordenamiento Minero contempla: 1) adelantar reformas para consolidar las inversiones en el sector minero; 2) configurar una institucionalidad que sea capaz de responder al dinamismo del sector; 3) erradicar la extracción ilícita de minerales; 4) revisar la asignación de las competencias y funciones de las entidades sectoriales; 5) crear la Agencia Nacional de Minerales; 6) analizar la pertinencia de la creación de una Superintendencia de Minerales; 7) diferenciar la minería ilegal de la minería informal al prohibir el uso de dragas y minidragas sin título; 8) determinar, a través de la autoridad minera, los minerales de interés estratégico para el país, respecto a los cuales podrá delimitar áreas especiales, sobre las que no recibirán nuevas propuestas ni se suscribirán contratos de concesión minera; 9) aprobar un *Plan Nacional de Ordenamiento Minero* en un plazo máximo de tres años.⁸

⁸. MANTILLA, Alejandro, “Locomotoras que aceleran, frenos que se activan. Disputas por el territorio en el gobierno de Santos”, en *Revista CEPA*, Nº 14, Volumen IV, febrero-junio de 2012, p. 32.

Entre los proyectos más significativos en relación con la explotación minera, encontramos: el proyecto de Mina la Colosa; la explotación de oro en el páramo de Santurbán; la explotación petrolera en Campo Pacific Rubiales; la explotación de carbón en El Cerrejón; la explotación minera en Zaragoza, entre otros proyecto del territorio colombiano.

b. *Temas relacionados con el desarrollo de hidroeléctricas en Colombia:* se afirma tajantemente, desde algunas políticas de Estado, que las grandes inversiones en hidroeléctricas en el país van a garantizar autosuficiencia energética: energía más limpia, energía necesaria para garantizar la seguridad energética del país en un futuro. Sin embargo, lo que no se nos dice frente a estos megaproyectos, es que detrás de estas represas, están las multinacionales de distintos países, como España, Italia, Canadá, Estados Unidos, China, Sudáfrica, la Unión Europea y otros países, que sí se están lucrando económicamente y al mismo tiempo están causando daños significativos para el medio ambiente en los países de la periferia.

Según el informe de la Comisión Mundial de Represas, CMR, las grandes represas han ocasionado la pérdida de bosques y de hábitat naturales, de poblaciones de especies y la degradación de las cuencas río abajo, debido a la inundación de las zonas de los embalses; la pérdida de la biodiversidad acuática río arriba y abajo, y de los servicios brindados por las planicies de inundación río abajo, por los humedales, por los ecosistemas de las riberas y estuarios adyacentes; impactos acumulativos en la calidad de agua, en las inundaciones naturales y en la composición de las especies, cuando en el mismo río se construyen varios embalses; entre otros impactos.⁹

Dentro de las grandes hidroeléctricas, en el territorio colombiano, encontramos: la represa del Quimbo; la represa Urrá I y II; la represa de Betania; la represa de La Miel I y II; la represa de Hidro Sogamoso.

c. *Temas relacionados con antenas de telefonía móvil:* el crecimiento desmesurado de antenas de telefonía móvil en las principales ciudades, está generando una nueva problemática, que en su gran mayoría afecta a los habitantes de la periferia de la

⁹. DELGADO, Gian Carlo, *Sin energía. Cambio de paradigma, retos y resistencias*, Editorial Plaza y Valdés, México, 2009, p. 109.

ciudad, debido a la exposición a las radiaciones que emiten estas antenas y las enfermedades asociadas a éstas como, cáncer, pérdida del cabello, náuseas, hormigueo en la manos, jaquecas, enfermedades coronarias, entre otras.

Las señales que se reciben de estas antenas, se denominan ondas electromagnéticas, que penetran fácilmente edificios y a los seres humanos que viven cerca de este tipo de antenas. Estas ondas son absorbidas por el cuerpo humano produciendo efectos biológicos.

Las últimas recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud OMS, dice que las antenas deben instalarse lejos de colegios, hospitales, zonas de vivienda familiar, aeropuertos, áreas de recreación, espacios públicos, terrazas y cubiertas de las casas. Es decir, que éstas no deberían construirse en los barrios, ya que estaría afectando a sus residentes y generando enfermedades silenciosas, de las que hasta el momento no se tenía conocimiento.

Los posibles riesgos a la salud que se pueden derivar de la exposición a las radiaciones electromagnéticas, emitidas por las estaciones base de telefonía móvil, se han convertido en un tema complejo y controversial. De un lado, están los que sostienen que no se puede considerar como probada la relación de causalidad entre exposición a las radiaciones emitidas por las antenas de telefonía móvil y la sintomatología; y de otro lado, los que consideran que tampoco se puede afirmar que los estudios epidemiológicos, que se presentan de los posibles efectos nocivos para la salud por la exposición a las radiaciones no ionizantes, correspondan a meras coincidencias. No podemos olvidar uno de los principios más importantes en el momento de desarrollar nuevas tecnologías, como es el principio de precaución, es decir, que no se deben desarrollar ciertas tecnologías sin tomarse la precaución de investigar cuáles pueden ser los efectos colaterales para el ser humano.

d. *Temas relacionados con desarrollos de la nanotecnología:* el desarrollo de la nanotecnología es considerado por algunos como el fundamento de la próxima revolución tecnológica. Los últimos desarrollos asociados a ésta han incursionado en distintos ámbitos de la biología, la medicina, la electrónica, la composición y el estudio de la materia orgánica e inorgánica; la industria de perfumes, la industria alimentaria, la industria armamentista, etc.

Hablar de nanotecnología, no necesariamente es referirse a un tema altamente especializado y aislado; por el contrario, su análisis económico, político, social y medio ambiental, implica abrir una amplia discusión sobre la ciencia y la tecnología de punta, su “naturaleza”, sus incertidumbres, implicaciones y potenciales beneficios y riesgos. Así mismo, lleva a indagar los pormenores e implicaciones de la guerra que desata lo que se puede calificar como el negocio de lo invisible; es decir, por el control del mercado de un abanico de aplicaciones nanotecnológicas, en sí mismas imperceptibles a nuestros sentidos, que toman cuerpo en innovaciones y proceso productivos, en el diseño de materiales para la industria del vestido o del transporte, el desarrollo de cosméticos, medicamentos, aditivos, armas, etcétera.¹⁰

Algunos de los temas propuestos a partir de la nanotecnología que se pueden desarrollar en el interior de la clase, puede ser: nanotecnología y medicina; nanotecnología y productos de aseo; nanotecnología y producción de armas; nanotecnología y robótica; nanotecnología y medio ambiente.

e. *Temas relacionados con avances relacionados a la biotecnología:* Jeremy Rifkin, en su libro *El siglo de la biotecnología*, plantea que hay, alrededor del desarrollo de la biotecnología para el siglo XX, siete de los elementos que conforman la nueva matriz operativa del siglo biotecnológico. Cada uno de estos elementos, incide en distintos órdenes en los ámbitos económicos, sociales, culturales y políticos, y se convierten de este modo, en controversias tecnocientíficas, que involucran diferentes disciplinas de las ciencias sociales y las ciencias naturales.

Por ejemplo, en el campo de la biología, la capacidad de aislar, identificar y recombinar los genes, permite a las empresas biotecnológicas, junto a las técnicas del ADN, obtener con fines económicos recursos genéticos, aplicados a distintas técnicas, como el de la clonación, la fecundación *in vitro*, los cultivos y alimentos transgénicos, entre otras aplicaciones, multimillonarias ganancias a estas empresas de la vida en un mercado que apenas empieza aflorar.

¹⁰. DELGADO, Gian Carlo, *Guerra por lo invisible: negocio, implicaciones y riesgos de la nanotecnología*, Editorial Colección El Mundo Actual, México, 2008, p. 17.

Al mismo tiempo, se suscitan preguntas frente a la posibilidad de crear seres humanos con ciertas características específicas; la nueva dieta alimenticia que se impone a través de los cultivos y alimentos transgénico; las patentes y los derechos de propiedad sobre el acervo genético de la humanidad; la nueva *raza* humana que se pretende crear y el nacimiento de una civilización eugenésica, movida por la economía; el control y la manipulación de toda la información genética en potentes ordenadores para organizar, extraer y catalogar; la nueva *Génesis artificial* para poblar la tierra a partir de la biotecnología en los reinos animal y vegetal, incluida la especie humana, movida por los adelantos de la ciencia y la tecnología al servicio del capital.

Los temas propuestos en ese orden de ideas pueden ser: biotecnología, cultivos y alimentos transgénicos; biotecnología y fecundación in vitro; biotecnología y medicina; biotecnología y clonación; biotecnología y eugenesia; biotecnología e informática; biotecnología y armas biológicas; biotecnología y biodiversidad, entre otros.

f. *Temas relacionados con diferentes fuentes de energía*: la crisis mundial frente, a los límites del paradigma energético basado en combustibles fósiles, en cuanto a las reservas existentes como a los efectos sobre el medio ambiente, cuestiona su efectividad como su uso indeterminado a finales del siglo XXI. De este modo, ha llevado a plantear la necesidad de encontrar nuevas alternativas energéticas a partir de otras fuentes de energía, como la energía nuclear, los biocombustibles, la hidroelectricidad, el hidrógeno, la energía eólica y la energía solar.

Desde esta perspectiva, se anuncia que la solución a la crisis energética será suplida por el uso de las distintas fuentes de energía alternativas, sin cuestionar el modelo de consumo y despilfarro contemporáneos de energía de los países de la metrópoli, ni tampoco teniendo en cuenta los efectos que este consumo desigual tiene para los países de la periferia. Es decir, se pretende reemplazar las fuentes de energía fósil sin modificar la lógica capitalista consumista y despilfarradora, responsable, actualmente, de la crisis ambiental, energética, hídrica, climática y financiera, a lo largo del siglo XX y de comienzo del siglo XXI.

Algunos de los temas que componen este tópico, son: energía y combustibles fósiles; energía renovables, como hidro/electricidad, energía solar, energía eólica, energía geotérmica, y agrocombustibles.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La controversia tecnocientífica se organiza en el salón de clases, con distintos equipos de trabajo, de cuatro a cinco estudiantes. Cada grupo de trabajo debe ir preparando informes tendientes a alimentar los puntos de vista asumidos por ellos en la controversia; es decir, información sobre uno de los actores a los cuales van a representar y asumir durante el desarrollo de la investigación.

A continuación se presenta un cuadro donde se establecen las secuencias de las actividades que se desarrollarían durante la controversia. Se tiene presupuestado que cada una de las actividades ocupe un tiempo aproximado, entre los 45 y 60 minutos por sesión.

Tabla 1: Controversia

FASES	ACTIVIDADES	MATERIALES
—Presentación y sensibilización.	<p>La controversia puede presentarse partiendo de la lectura de la noticia inicial.</p> <p>Tras la presentación de la noticia, los alumnos responderán individualmente un cuestionario inicial. Partiendo de sus respuestas, se realizarán las aclaraciones que sean necesarias sobre los conceptos básicos.</p> <p>Tras presentar el tema y la controversia, así como las tareas que se realizarán en la clase, se repartirán los papeles entre los equipos.</p>	<p>Documento 1 Noticia inicial.</p> <p>Documento 2 Cuestionario sobre la temática a discutir.</p>
—Trabajo de los equipos	<p>Durante estas sesiones, los equipos preparan los argumentos e informaciones con los que intentarán defender su planteamiento en el debate. Además de los documentos que se les aportarán, los equipos podrán buscar nuevas informaciones en las que apoyar su tesis. Del mismo modo, deben buscar expertos, profesionales del área a investigar, docentes conocedores del tema, para ampliar la información y tener más bases para el debate.</p> <p>En la última sesión, deberán preparar la exposición pública de</p>	<p>Documentos 3 Artículos, libros de texto, direcciones electrónicas sobre la temática, suministrados por el docente.</p> <p>Documento 4 Entrevistas, libros</p>

	su trabajo. Al término de dicha sesión, deberán entregar un informe escrito de la consulta desarrollada, de las lecturas en clase y de las entrevistas, a manera de un ensayo.	encontrados en la investigación, páginas consultadas en Internet, consulta en bibliotecas, entre otros que serán presentados por los estudiantes en el proceso de investigación.
—Exposición de los equipos	Al final de la investigación, los estudiantes presentarán un debate público, por grupos de trabajo. Al finalizar la investigación de los grupos de trabajo y como parte de la controversia, deberán presentar ordenadamente cada una de sus posturas. Para la controversia, es necesario tener presente el cuestionario que orienta el debate.	Documento 5 Entrega del informe escrito por parte de los estudiantes.
—Debate abierto	Los participantes deben hacer uso de todos los argumentos posibles, dando cuenta de los materiales, entrevistas, consultas y toda la investigación desarrollada, para sustentar su postura en la controversia. Al finalizar la intervención de los expositores, se cederá la palabra al auditorio para que haga las preguntas que considere necesarias a los expositores de la controversia.	
—Evaluación final y conclusiones	Corresponde al maestro tener en cuenta, para la evaluación, lo siguiente: la investigación, la consulta de fuentes, las entrevistas, los artículos consultados en la Web, los argumentos y la forma como los estudiantes controvierten en los debates públicos. Al final de la controversia, se le pide al auditorio que decida sobre la controversia, teniendo en cuenta los argumentos más sólidos de los actores o del actor que más los convenció con su participación en el debate.	

IV. CONCLUSIONES

Como se ha venido señalando, las deficiencias del sector educativo, particularmente en lo que tiene que ver con la preparación de los maestros para afrontar los nuevos retos de la enseñanza de la ciencia y la tecnología, en el ámbito de la educación superior, inciden gravemente en tales propósitos. Si bien es cierto, los planteles educativos se han ido nutriendo de gran “número de aportes a partir de diferentes tipos de fuentes; por ejemplo, gran diversidad y mejor calidad de libros de texto, enciclopedias y otros relacionados, todos estos en diferentes tipos de formatos, bien en papel o en versiones digitales; nuevos recursos (laboratorios convencionales y virtuales, software educativo, Internet, audiovisuales...), nuevos contenidos

conceptuales”,¹¹ etc., generando con ello un reto para la educación en materia de enseñanza de la ciencia y la tecnología, y de frente a la realidad: la de “preparar a los educandos para tomar decisiones y actuar con capacidad crítica, tanto en la vida cotidiana” como en la búsqueda eficaz de soluciones a los problemas de la sociedad, y ello, a partir de los fundamentos y rigor de sus maestros, lo cual merece replantearse, en virtud de las falencias advertidas y la necesidad de “revisar y analizar el concepto de ciencia que manejan los actores del proceso docente educativo, pues pese a los esfuerzos realizados por algunos académicos en este campo, es claro que los resultados no han tenido el impacto esperado en la educación superior, lo cual ha conducido a cuestionar la objetividad, neutralidad y representación de la realidad de la ciencia, considerándola una práctica social ajena a otras actividades sociales.

Una propuesta para la enseñanza de la ciencia y la tecnología para el siglo XXI resulta urgente e imprescindible si tenemos en cuenta los efectos que algunos de los desarrollos tecnocientíficos está teniendo en los ámbitos sociales, ambientales, políticos y culturales. Del mismo modo, la escuela es uno de los lugares propicios para generar canales de alfabetización y democratización frente a la actual tecnociencia. Un pensamiento crítico frente a la enseñanza de la ciencia y la tecnología, resulta urgente y necesario si queremos hacer algo, antes de que sea demasiado tarde.

V. BIBLIOGRAFIA

OEI, “Educar para participar. Materiales para la educación en ciencia, tecnología y sociedad,” en *Papeles Iberoamericanos*, OEI, Madrid, 2008.

POZO, Juan Ignacio et al., *La solución de problemas*, Editorial Aula XXI, Santillana, Madrid, 1994.

MANTILLA, Alejandro, “Locomotoras que aceleran, frenos que se activan. Disputas por el territorio en el gobierno de Santos”, en *Revista CEPA*, N° 14, Volumen IV, febrero-junio de 2012.

¹¹. *Colegios públicos de excelencia para Bogotá. Orientaciones curriculares para el campo de la ciencia y tecnología*, Serie Cuadernos de Currículo, Secretaría de Educación, Bogotá, noviembre de 2007, p. 30.

DELGADO, Gian Carlo, Sin energía. Cambio de paradigma, retos y resistencias, Editorial Plaza y Valdés, México, 2009.

DELGADO, Gian Carlo, Guerra por lo invisible: negocio, implicaciones y riesgos de la nanotecnología, Editorial Colección El Mundo Actual, México, 2008.

Colegios públicos de excelencia para Bogotá. Orientaciones curriculares para el campo de la ciencia y tecnología, Serie Cuadernos de Currículo, Secretaría de Educación, Bogotá, noviembre de 2007.