



**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 NOVIEMBRE 2014

CTS en la formación de futuros ingenieros y científicos de la Universidad Nacional de San Martín, Argentina

PRESAS,C;SPADONI,E;VICECONTE,R,RODRIGUEZ,G;LECAM,S;JUARA,J.G
;MIELNICKI,D.

CTS en la formación de futuros ingenieros y científicos de la Universidad Nacional de San Martín, Argentina

Carolina Presas¹, Eliana Spadoni¹, Rosana Viceconte¹, Guadalupe Rodríguez¹,
Sabrina Lecam¹, Juan Gabriel Juara¹, Diana Mielnicki²

¹ Escuela de Ciencia y Tecnología (Universidad Nacional de San Martín) - ² Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (Universidad Nacional de San Martín)

dmielnicki@unsam.edu.ar

1. Introducción

Tal como se expresa en el documento preparatorio del Congreso Iberoamericano de Ciencia, tecnología, innovación y Educación (Organización de Estados Iberoamericanos, 2012), el conocimiento científico y tecnológico, así como la capacidad de gestionar los cambios tecnológicos para aplicarlos a la producción, son indispensables para el desarrollo económico y social de las sociedades contemporáneas. Es también imprescindible contar con la capacidad de comprender los riesgos implícitos en los distintos estilos de desarrollo científicos y tecnológicos, y cuál es la responsabilidad de los modelos de desarrollo tecnológico en la profundización de la exclusión social y el deterioro ambiental.

Las universidades, responsables de la formación de los científicos y tecnólogos, son fundamentales a la hora de preparar a los futuros profesionales que enfrentarán estos desafíos. El objetivo de la materia CTS, perteneciente al primer año de las carreras del Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT) de la UNSAM, es contextualizar el trabajo de científicos y tecnólogos en la sociedad contemporánea. Fundamentalmente, el enfoque CTS apunta a democratizar la ciencia, preparando a los alumnos para afrontar la complejidad de los problemas socioambientales y tecnológicos. Se hace énfasis en los problemas ambientales y energéticos, las tecnologías electrónicas y los desafíos de la biotecnología.

Defendemos el enfoque CTS, afirmando que esta materia es un disparador para que los alumnos comiencen a reflexionar acerca de las implicancias socioambientales de sus futuras profesiones, desde el inicio de sus estudios universitarios.

2. El enfoque CTS

Según López Cerezo (2009) el enfoque CTS puede definirse como un conjunto de programas multidisciplinares que enfatizan la dimensión social de la ciencia y la tecnología y que comparten el rechazo de la imagen de la ciencia como una actividad pura; la crítica de la concepción de la tecnología como ciencia aplicada y neutral y la condena de la tecnocracia. Este nuevo enfoque va surgiendo y desarrollándose en los ámbitos investigativos, en el de las políticas públicas y en los ámbitos educativos como alternativa para encarar los estudios relativos a la ciencia y la tecnología.

En primer lugar, en los ámbitos investigativos, el enfoque CTS se presenta como una alternativa a los tradicionales estudios en filosofía y sociología de la ciencia, ensayando una nueva visión que intenta contextualizar la actividad científica. En segundo término, en el terreno de las políticas públicas, el enfoque defiende los modelos de regulación que surgen en la década de los 70, promoviendo la creación de nuevos canales institucionales que alienten la participación ciudadana para la democratización de las decisiones relacionadas a la ciencia y tecnología. En tercer lugar en los ámbitos educativos, este nuevo enfoque se ha cristalizado en la aparición de materiales para su enseñanza en las escuelas secundarias y en las universidades. (López Cerezo, 2009).

Antes dijimos que dos de los objetivos claves del enfoque CTS son la contextualización de la actividad científica y tecnológica y la promoción de la participación para acabar con los estilos tecnocráticos en la toma de decisiones públicas. Para alcanzar el primer objetivo en el ámbito educativo, los adherentes al nuevo enfoque CTS han procurado desarrollar una serie de cambios en los contenidos de la enseñanza relativa a la ciencia y a la tecnología. Para alcanzar el segundo, han realizado cambios en las metodologías de enseñanza, así como también cambios en las actitudes de los grupos sociales involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje (López Cerezo 2009).

Específicamente en el terreno de la educación secundaria, los estudios CTS han conseguido plasmarse en tres modalidades diferentes: CTS como añadido curricular; CTS como añadido de materias; y ciencia-tecnología a través de CTS.

2.1 CTS como añadido curricular

Según López Cerezo (2009) esta opción consiste en completar el currículo tradicional con una asignatura obligatoria u optativa, que presente a los alumnos el enfoque CTS. La idea es introducir al estudiante en los problemas sociales, ambientales, éticos y culturales que plantea el desarrollo científico y tecnológico. El autor explica que al constituirse una materia común a estudiantes de distintas especialidades, lo que tiende a predominar son los contenidos no técnicos. Lo que constituye una oportunidad de docencia para profesores de las ciencias sociales o las humanidades, que lógicamente, tenderán a predominar los contenidos filosóficos, históricos, políticos y sociales involucrados en la relación entre ciencia y sociedad. Por último, el autor reconoce que el mayor riesgo que conlleva esta modalidad es la “disonancia curricular”, dada cuando los contenidos de ciencia y tecnología transmitidos en la materia CTS son muy distintos de los transmitidos en el resto de las asignaturas, tal vez con visiones más tradicionales.

2.2 CTS como añadido de materias

Otra opción que López Cerezo (2009) describe es CTS como añadido de materias, que implica completar los temas tradicionales de la enseñanza de las ciencias con un añadido del enfoque CTS al final de los temarios, o intercalando los contenidos. El autor explica que en esta modalidad predominan los contenidos más técnicos, por lo que esta modalidad quedaría más restringida a profesores de las ciencias naturales o ingenierías. Una de las grandes ventajas que denota esta modalidad es que el predominio de contenidos técnicos constituye un estímulo para los estudiantes de disciplinas más “duras” y o experimentales. El principal riesgo es la omisión de contenidos específicos CTS o la conversión de los mismos en un mero añadido decorativo.

2.3 Ciencia y tecnología a través de CTS

Para López Cerezo (2009) esta modalidad es la más eficiente en la tarea de transmitir el enfoque CTS. Puede desarrollarse en asignaturas aisladas, o bien por medio de cursos científicos pluridisciplinares. La idea es que se fusionen los contenidos técnicos y CTS de acuerdo con la presentación y discusión de problemáticas sociales determinadas. Es, por tanto, una modalidad para el profesorado de ciencias “duras” y/o experimentales. De esta manera, a través de la exposición de un problema socioambiental, relacionado a los roles

que los alumnos desempeñen en un futuro, (ciudadano, consumidor, profesional), se selecciona y estructura el conocimiento científico-tecnológico.

Según López Cerezo (2009) el objetivo general de dicha modalidad es capacitar al estudiante en el uso y comprensión de conceptos científicos, a la vez que se evidencia la utilidad y las problemáticas sociales y ambientales que la práctica científica y tecnológica conlleva. La ventaja más evidente de esta modalidad se relaciona con la capacidad de despertar interés por la ciencia y la tecnología, facilitando su aprendizaje. Además, dicha opción promueve una cierta conciencia social en los estudiantes, fomentando el sentido de responsabilidad en sus futuras prácticas profesionales.

Cabe destacar, que esta modalidad, siendo según López Cerezo (2009) la más consecuente con los planteamientos CTS, constituye la alternativa más costosa y complicada para llevar a la práctica, ya que su implementación implica transformar radicalmente los currículos, trasgrediendo las barreras disciplinares y la docencia compartimentada.

3. La experiencia CTS en la UNSAM

La materia CTS se incorporó en los planes de estudio de las carreras científicas tecnológicas de la UNSAM cuando se creó la carrera de Ingeniería Electrónica en el año 2007. Luego se extendió la cursada a otras carreras existentes y a las nuevas ingenierías que se fueron incorporando.

3.1 La Universidad

La Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM) es una casa de estudios pública y gratuita creada en 1992. Ofrece una amplia gama de carreras de grado y posgrado, tanto en el ámbito de las Ciencias Humanas y Sociales como en el de las Ciencias Exactas y Naturales. En diciembre 2010 la Universidad contaba con 14.110 estudiantes que asistían a 116 carreras (UNSAM, 2012). Tradicionalmente, el 80 % de los estudiantes son primera generación de universitarios.

La UNSAM está ubicada en el Partido de General San Martín, Provincia de Buenos Aires. Si bien su influencia geográfica está centrada en ese distrito, que cuenta con más de 400.000 habitantes, recibe estudiantes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (lindante con el Partido de San Martín), de los distritos de la zona noroeste del área metropolitana y del interior de la Provincia. El Municipio de San Martín tiene un importante desarrollo industrial, especialmente de pequeñas y medianas empresas, y simultáneamente existen vastos sectores de su población con necesidades básicas insatisfechas.

La investigación científica y la transferencia tecnológica son fundamentales para la Universidad, especialmente en el área de la Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT) y los institutos¹ asociados con las carreras que inician los alumnos de CTS. Según el Ranking Iberoamericano SIR 2010, la UNSAM aparece 15º entre las 49 universidades argentinas que figuran en el ranking cuantitativo y es una de las dos instituciones de educación superior argentinas con índice de calidad científica promedio superior a la media mundial (UNSAM, 2012).

3.2 Características de los alumnos

La ECyT dicta tres carreras de licenciatura (en Análisis Ambiental, en Biotecnología y en Física Médica) y seis carreras de ingeniería (Ambiental, Biomédica, Electrónica, en Energía, Industrial y en Telecomunicaciones). Los alumnos de estas carreras se integran en el cursado de la materia Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en su primer cuatrimestre de estudios. Cada cuatrimestre se dicta CTS en dos cursos de aproximadamente 60 a 90 alumnos cada uno.

Según las encuestas realizadas por la cátedra, un 60 % de los estudiantes egresó del secundario el año anterior, mientras que los restantes lo han hecho con anterioridad. Algunos de los alumnos inician una carrera universitaria teniendo más de 25 años. Un 40 % de los estudiantes son mujeres. Los alumnos provienen tanto de escuelas de gestión pública como de escuelas de gestión privada.

¹ Instituto de Calidad Industrial (INCALIN), Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA), Instituto de Investigaciones Biotecnológicas (IIB).

Entre el 30 y el 50% de los alumnos, según los horarios de cursada, trabajan. Entre estos, aproximadamente la mitad lo hace en actividades relacionadas con la especialidad elegida y en jornada completa. Se debe tener en cuenta las dificultades que conlleva la combinación de estudio y trabajo, ya que la mayor parte de los alumnos inicia el cuatrimestre cursando además otras tres materias correspondientes al plan de estudio, con una carga horaria de cursada semanal de 24 horas.

3.3 Características y contenido de la materia

En la UNSAM, la asignatura CTS se inserta en el currículo en la modalidad de una materia pura (López Cerezo, 2009). Esto conlleva algunos beneficios para el alumno, como puede ser el aprendizaje de algunos contenidos vinculados a los estudios sociales y conocimientos básicos de prácticas académicas que les son útiles para el resto de sus carreras. Pero como ya fue explicado, esta modalidad conlleva el riesgo de la disonancia curricular.

Sin embargo, el cuerpo docente tiende plantear el enfoque a partir de distintas problemáticas, abordando las aristas sociales, pero también las científicas y técnicas. A pesar de los grandes esfuerzos que se realizan desde la cátedra para gestar un cambio en la manera de entender las cuestiones relativas a la tecno-ciencia, se reconoce al mismo tiempo que transformaciones de ésta índole son lentas y complicadas.

Por esta razón es que la interdisciplinariedad se plantea como condición *sine qua non* en la conformación del plantel docente. El mismo se integra por profesionales de las ciencias sociales (Sociología y Ciencia Política) en conjunto con profesionales que son a su vez docentes de materias avanzadas de las carreras. De esta manera, los impactos ambientales, políticos y sociales de la biotecnología, los cambios que produjo la electrónica en la sociedad y los desafíos ambientales y energéticos que estas cuestiones suponen son presentados por expertos en dichas áreas. Esto proporciona a los alumnos una introducción a las problemáticas sociales y técnicas alrededor de cada una de las prácticas profesionales. Dado que los estudiantes se encuentran en una etapa inicial de su formación y muchos tienen dudas respecto a su elección vocacional, este contacto les ayuda a afianzar sus decisiones.

Entre los objetivos de la materia CTS, se destacan:

- Promover una aproximación multidisciplinaria a los distintos problemas del mundo contemporáneo.
- Promover el análisis crítico de las propuestas tecnológicas para solucionar dichos problemas.
- Fomentar el análisis contextualizado de las prácticas científicas y tecnológicas.
- Analizar los impactos en el ambiente y en la sociedad de las distintas disciplinas científicas y de las prácticas tecnológicas
- Reflexionar acerca de la responsabilidad ética y política de las prácticas científico-tecnológicas en relación a los impactos provocados por las mismas en el medio natural y social.

Por tratarse de una materia encuadrada dentro de la educación formal, es importante desarrollar habilidades que les permitan a los alumnos avanzar en sus carreras, a saber, la lectura, la comprensión de textos, la expresión oral y escrita, entre otras. El desarrollo de un sentido crítico en la evaluación de las distintas fuentes de información es imprescindible ante el uso extendido de la información en red.

Consideramos fundamental el trabajo en clase de los alumnos. La elaboración de textos en grupos pequeños les permite discutir y elaborar los temas desarrollados, antes de la presentación de trabajos más extensos que serán evaluados. Sin embargo, entendemos que el alcance de estas actividades es aun mayor, ya que forman parte de la *alfabetización académica*, un concepto que incluye el “conjunto de nociones y estrategias necesarias para participar en la cultura discursiva de las disciplinas así como en las actividades de producción y análisis de textos requeridas para aprender en la universidad” (Carlino, 2005, p.13). De esta manera, se busca que los alumnos adquieran prácticas de lenguaje y pensamiento propias de la universidad, considerando que este es un proceso que no concluye en una materia y debe desarrollarse a lo largo de toda su formación.

Asimismo, se efectúan en clase “actividades disparadoras”, como juegos de roles, una herramienta didáctica que permite realizar ejercicios con los alumnos de modo tal que se apropien de los conceptos a partir del uso de herramientas no formales. Los alumnos preparan un rol a partir de la lectura de textos y materiales proporcionados por los docentes y se escenifica una

situación para que éstos expresen ideas de forma clara y concisa frente a sus compañeros. Uno de los temas que se trabajan de esta manera es el de Responsabilidad Social Empresaria, a través de la escenificación de un caso de estudio sobre la extensión de redes de gas en barrios de sectores de bajos ingresos (Berger, Blugerman y Reficco, 2007). Diferentes alumnos deben razonar según los intereses y miradas de cada actor social de la disputa. Los alumnos restantes participan con opiniones y preguntas a sus compañeros. Otra actividad de este tipo se realiza en relación a la participación de los científicos en el debate público sobre cambio climático, mediante material preparado por los docentes en base a un debate real ocurrido en la blogosfera (Mielnicki, 2013).

3.4 Evaluación: el portfolio

Son bien conocidas las dificultades de la evaluación en una asignatura de este tipo (ver por ejemplo Altschuld y Kumar, 2000 y autores allí citados). Ante el desarrollo de un tema, los alumnos deben prestar atención a los aspectos técnicos, sociales, políticos y económicos del mismo. Estos aspectos, por su misma naturaleza comprenden creencias, valores y factores estéticos, entre otros. Por lo tanto, evaluamos a los alumnos a partir de diferentes metodologías, como trabajos prácticos y exámenes parciales individuales y grupales.

La evaluación principal de la materia se realiza a través de un portfolio individual, que consiste en una carpeta que recopila todo lo aprehendido en la cursada. Para la realización del mismo, el alumno debe elegir un tema que, como hilo conductor, atraviese los contenidos del programa. El portfolio se presenta de forma escrita (en formato electrónico) y se defiende brevemente de forma oral, delante de profesores y compañeros. En este trabajo se evalúa la pertinencia del tema elegido, la organización y redacción del trabajo escrito, la coherencia y creatividad de la presentación oral y la rigurosidad y precisión del desarrollo conceptual.

Desde la perspectiva de la cátedra, el portfolio representa una forma de evaluación alineada con la tercera alternativa planteada por López Cerezo (2009), a saber, "Ciencia y Tecnología a través de CTS". Al analizar un tema o una problemática que es de su interés, y que se vincula con su futuro profesional, el alumno aborda las aristas sociales, políticas, culturales, técnicas y científicas de la misma.

4. Reflexión final y algunos desafíos

Si bien, la aplicación del enfoque CTS en el ámbito educativo es muy reciente en nuestro país y en la región en general, aspira a brindar herramientas para que los alumnos puedan afrontar las consecuencias sociales y ambientales de los proyectos o iniciativas techno-científicas.

Las universidades públicas como la UNSAM tienen un papel fundamental en la tarea de difundir este nuevo enfoque, ya que son estas las que preparan a los futuros profesionales que, actuando en escenarios cada vez más complejos, deberán afrontar los nuevos desafíos. Pero además, la universidad tiene la responsabilidad de acercar, a través de distintos canales, el conocimiento especializado a la sociedad, promoviendo la alfabetización científica ciudadana. Esta alfabetización permitirá sin duda una mayor y más efectiva participación ciudadana en los temas vinculados a la ciencia y la tecnología. El enfoque CTS aspira a la inclusión de “otras voces” en los debates techno-científicos, que muchas veces se centran solo en el conocimiento “experto”. Desde la perspectiva que proponemos, el conocimiento “lego”, a través de la participación pública, tiene mucho que aportar a las soluciones científico-tecnológicas de los problemas actuales.

Finalmente, uno de los desafíos que más preocupan a la cátedra es la disonancia curricular. Para mejorar esta situación se plantean distintas alternativas que deberían ser trabajadas en forma simultánea. Por un lado, se debería acercar el enfoque a todos los docentes que forman parte de las carreras. Con esta finalidad, podrían realizarse distintas actividades, como por ejemplo jornadas CTS. Estas podrían constituirse en un espacio para debatir con los especialistas, algunas problemáticas contemporáneas de la techno-ciencia a través de la perspectiva CTS. Por otro lado se advierte que, incluso desde el interior de la cátedra, no es sencillo presentar algunos temas técnicos desde una perspectiva CTS. Los debates posteriores en base a preguntas disparadoras ayudan a analizar los contenidos desde un enfoque CTS.

Por último, otro desafío que plantea varios años de práctica docente en esta materia, es lograr una mayor profundidad en los análisis que los alumnos realizan en el portfolio final. Para esto se han incorporado a partir del segundo cuatrimestre de 2014 distintos talleres de portfolio, que son nada más ni nada menos que espacios durante la clase para que los estudiantes, mediante

actividades prácticas, enfrenten los desafíos que implica el armado de este trabajo final con la colaboración de los docentes.

Referencias

ALTSCHULD, J. W., KUMAR, D. D. (2000) "Thoughts about the Evaluation of STS: More Questions than Answers". En D. D. Kumar y D. E. Chubin (eds.) Science, Technology, and Society, A Sourcebook on Research and Practice. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers

BERGER, G., BLUGERMAN, L., REFICCO, E. (2007) Gas Natural BAN y la extensión de redes de gas en barrios de sectores de bajos ingresos. Centro de Innovación Social, Universidad de San Andrés.

CARLINO, P. (2005) Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

LÓPEZ CERREZO J.A. (2009) "Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos". En: M. M. Gordillo (coord.). Educación, ciencia, tecnología y sociedad. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, pág. 21-32.

MIELNICKI, D. (2013) Cambio climático: ¿cuál es el papel de los expertos? Material de la cátedra para trabajo en clase. CTS, ECyT-UNSAM.

OEI (2012) Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Programa iberoamericano en la década de los bicentenarios. Documento para debate, primera versión [disponible en <http://www.oei.es/documentociencia.pdf>] Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Fecha de consulta: 25/07/14]

UNSAM (2012) Informe de Autoevaluación Institucional UNSAM 2010-2011. San Martín: UNSAM

