

Aportes a la educación en ingeniería desde una reflexión sobre tecnología y su contexto: Experiencia del área Tecnología y Sociedad en la U. de los Andes (Colombia)

Contributions to engineering education based on a reflection of technology and its context: Experience of Technology and Society Group at the U. de los Andes (Colombia)

Javier Andrés Jiménez Becerra

Jorge Rojas Álvarez

RESUMEN

Esta contribución presenta la experiencia del grupo de investigación Tecnología y Sociedad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, y muestra cómo este grupo apoyado en el pensamiento CTS ha venido construyendo una propuesta de formación e investigación para la ingeniería desde el año 2002.

El escrito recoge los elementos centrales que deben tenerse en cuenta en los procesos de construcción pedagógica con los estudiantes de ingeniería, con el fin de asumir una posición responsable, crítica y proactiva frente a las realidades tecnológicas y sociales en términos de la toma de decisiones e implementación de tecnologías en Colombia.

Concretamente, el escrito repasa el momento de inserción del tema CTS en la Facultad de Ingeniería, cuenta la experiencia tanto educativa en enseñanza activa como investigativa desde el diseño en contexto, y describe la manera en que todo este proceso derivó en la propuesta de creación de una oferta de posgrado que pone en diálogo la ingeniería con el pensamiento CTS.

Palabras clave: Educación en ingeniería, enseñanza activa, ciencia, tecnología y sociedad

ABSTRACT

This contribution shows the experience of the research group Technology and Society of the School of Engineering at Universidad de los Andes, which since 2002 has made a proposal of research and education for engineering relying on STS concepts.

This article presents core elements to take into account in the processes of pedagogic construction with engineering students so as to take a responsible, critical and proactive stand on technological and social reality regarding decision-making and implementation of technology in Colombia.

This paper emphasizes the time when STS was first introduced to the School of Engineering referring to the experience as educational for active learning as well as investigative for design in context. It also describes the way this process resulted in a proposal to create a postgraduate offer where engineering and STS are brought together.

Keywords: Engineering education, active learning, science, technology and society.

LA INSERCIÓN DEL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS) EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Desde junio de 2002 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, se conformó el grupo de investigación y docencia Tecnología y Sociedad, el cual, partiendo del diseño inspirado en los desarrollos pedagógicos de un equipo de docentes y profesores españoles, denominado Grupo Educativo ARGO¹, con el propósito de reflexionar sobre el papel de la tecnología en la sociedad actual, creó una propuesta de la cual hacen parte actualmente cursos como Tecnología y Sociedad, Tecnología y Globalización, Historia las Telecomunicaciones en Colombia e Historia de la Tecnología. Por medio de esta propuesta, el grupo ha consolidado “un programa de investigación y docencia sobre las relaciones entre el cambio tecnológico y el cambio social en Colombia” (CAMARGO; GARCÍA, 2009, p. 101).

Para muchos autores de este campo, comprender la ingeniería y su práctica profesional es el camino para entender el papel de la tecnología en nuestra sociedad, pues es la profesión que está detrás del desarrollo y mantenimiento de los sistemas tecnológicos (HUGHES, 1983); de los procesos de innovación, ya que es la profesión en la que confluyen los componentes físicos, organizativos y sociales que entran en juego en el proceso innovador (CALLON; EASTON, 1998) y por medio de la cual podemos examinar los límites de la racionalidad técnica, ya que lo distintivo de nuestra relación como sociedad con la tecnología es materialidad ingenieril (MITCHAM, 2001).

Por otro lado, en la medida en que nuestra sociedad se hace más tecnológica, el ingeniero se convierte en un agente social central, porque su práctica profesional organiza, diseña, crea, gestiona e implementa proyectos que están cambiando nuestra sociedad (DOWNEY, 2009). Es por esto, que la enseñanza del ingeniero no puede ser descontextualizada, ya que la labor futura del mismo cada vez más tendrá aspectos sociales de los que sus decisiones difícilmente se podrán desligar.

¹ El desarrollado pedagógico tomado del grupo consiste en el estudio en clase de controversias públicas relacionadas con temas tecno-científicos con implicaciones sociales o medioambientales por medio de los cuales se busca entender cómo intervienen varios actores sociales con ideas, opiniones o intereses diversos (GRUPO ARGO, 2003a y 2003b; ARRIBAS; FERNÁNDEZ, 2001).

En la configuración de la controversia y en la identificación de los actores se intenta garantizar un adecuado equilibrio de posturas y argumentos a fin de incentivar y entender la importancia de participación pública de la ciudadanía en ciencia y tecnología (LÓPEZ; LUJÁN, 2000; MARTÍN, OSORIO; LÓPEZ, 2001; CAMACHO, 2001; GONZÁLEZ, 2003).

En el caso específico de la formación en ingeniería, el grupo considera que esta propuesta aporta de una manera significativa en la medida en que:

(...) actualmente todo ingeniero ha de ser consciente y conocer los procesos y las dinámicas de las decisiones tecnológicas llevadas a cabo dentro del país. De igual forma, para todo ingeniero es indispensable conocer los efectos que tienen y han tenido tales decisiones tecnológicas, con el fin de advertir no sólo la importancia social de su trabajo, sino también, la importancia de lo social en éste, de modo que se reconozca y estimule la necesidad de apelar a otras perspectivas formales y no formales diferentes a la ingeniería, tanto con el fin de impulsar el trabajo interdisciplinario más cercano a las necesidades nacionales, como el de afianzar lo social y tecnológico no como meras variables a tener en cuenta en las decisiones tecnológicas, sino como horizonte de las decisiones mismas. (JIMÉNEZ; GUERRERO; GARCÍA, 2003, p. 3)

APORTES DEL GRUPO TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD A LA FORMACIÓN DEL INGENIERO

Tomando los diversos artículos que el grupo ha realizado a lo largo de su historia², así como las reflexiones, puede decirse que los aportes de las actividades del grupo a la formación de los futuros ingenieros se centraron en la pedagogía, la visión de la tecnología, fundamentación teórica, propuesta interdisciplinaria y desarrollo del pensamiento crítico.

Aporte pedagógico

Se entiende por aporte pedagógico, las contribuciones que el enfoque del grupo inspirado en el CTS hace al estudiante para la comprensión, apropiación y reconocimiento de las relaciones existentes entre la tecnología y la sociedad, así como también la pertinencia de los cursos para la creación de una cultura y reflexión interdisciplinaria en docencia e investigación universitaria. Esto incluye tanto la relación enseñanza-aprendizaje de los contenidos conceptuales de los cursos, como el desarrollo de habilidades en el estudiante que le permitan dentro de la academia y en el futuro profesional y laboral, asumir una posición responsable, crítica y proactiva frente a las realidades tecnológicas y sociales en términos de la toma de decisiones e implementación de tecnologías en Colombia.

² En especial: JIMÉNEZ et al., 2003; VALDERRAMA; BURBANO; ESCOBAR; GARCÍA, 2007; PARADA; GUTIÉRREZ, 2008a y 2008b; CAMARGO; GARCÍA, 2009.

Visión de la Tecnología

En lo que se refiere a la visión de la tecnología, los estudiantes que han tomado estos cursos³ manifiestan haber tenido acceso a una visión o perspectiva no tradicional de la tecnología, visión que parece corresponder en buena medida a la que se pretende mostrar en el grupo de Tecnología y Sociedad en tanto es una aproximación crítica, contextualizada y no lineal. Es igualmente satisfactorio que los estudiantes puedan identificar diferentes aproximaciones por contraste con elementos de la visión tradicional de la tecnología. La comprensión de estos elementos por parte de los estudiantes puede sintetizarse de la siguiente forma:

- Visión dinámica vs. visión estática: existe una visión tradicional que muestra el quehacer tecnológico como algo lineal fruto de una serie de eventos concatenados que llevan a ciertos resultados de una manera «natural». Desde esta perspectiva, el problema de la tecnología sería principalmente cómo implementar ciertos avances en determinados contextos. Los cursos muestran otra perspectiva de la tecnología como un proceso social: la tecnología es creada por la sociedad y es fundamental que se ocupe de su control.
- Tecnología como fenómeno humano vs. visión artefactual: muy relacionado con lo anterior, los cursos amplían la visión generalizada y tradicional de la tecnología según la cual la tecnología comprende sólo artefactos y herramientas. Los cursos muestran la tecnología como un fenómeno eminentemente social y evidencia de ello es que actualmente casi todas, si no todas las actividades del hombre, implican tecnología o están en relación con ella. El hombre depende de la tecnología y por lo tanto es importante reflexionar sobre el papel que se le asigna en la sociedad, sus límites y alcances, y donde es importante y pertinente mirar la dimensión ética, moral, y política de las actividades del hombre impregnadas de tecnología.
- Tecnología como herramienta de construcción social: los cursos muestran que la pregunta por la tecnología también es una pregunta por la sociedad que se quiere y la influencia que tiene el tipo de tecnología usado en la clase de sociedad que se está construyendo. Dependiendo de la tecnología que escoja una sociedad para abastecerse (agua), educarse (Internet), etc., y de quién se escoja para manejarla (multinacionales, el estado, las comunidades), se

³ De acuerdo a las encuestas finales de los cursos realizadas por la Facultad de Ingeniería.

determinan aspectos como la igualdad, equidad, oportunidades y su desarrollo futuro en términos generales.

- Adecuación de la tecnología vs. neutralidad de la tecnología: En los cursos, los futuros ingenieros, consideran que sus contenidos muestran que no toda tecnología es benévola ni es la más adecuada: que es necesario contextualizar la tecnología según el lugar dónde se vaya a implementar, pues las tecnologías que benefician a la población en un país del primer mundo, en un país subdesarrollado pueden ser nocivas para la población o inútiles para resolver determinado problema.
- Tecnología como medio vs. tecnología como fin: por último los cursos evidencian la importancia de asumir la tecnología como un medio para resolver los diversos problemas de una sociedad si se quiere tener una actitud responsable ante la misma. Si se opta por ver la tecnología como un fin en sí misma se cae en una actitud ingenua que piensa que los problemas sociales se resolverán con el avance tecnológico (que nunca se debe cuestionar), y que las soluciones a estos problemas no dependen de personas sino de la implementación de la última tecnología disponible para determinado problema. Esto implica que los problemas de nuestro entorno, nuestra ciudad o país no son problemas de atraso tecnológico.

Fundamentación teórica

En este aspecto se considera que es muy importante que se mantenga una articulación clara en el desarrollo de los temas, que muestre su relación progresiva y que conecte aspectos teóricos que se manejan a lo largo del curso.

Por ello, es necesario mostrar el cómo y el por qué de la fundamentación teórica y su relación con los cursos. En esa medida, deben presentarse perspectivas o aproximaciones teóricas a los temas, de forma clara y diferenciada, así como información concreta de los mismos.

Adicionalmente, la participación de expertos, investigadores, tomadores de decisiones en los cursos para ejemplificar como suceden las relaciones tecnología y sociedad en nuestra sociedad, ha despertado la sensibilidad del estudiante alrededor de la importancia de reflexionar acerca de las interacciones tecnología y sociedad, tanto en términos macro, como en la vida cotidiana en la sociedad contemporánea dados los altos grados de incorporación de tecnología.

Propuesta interdisciplinaria

Uno de los elementos centrales del grupo es la construcción de una perspectiva interdisciplinaria e integrada de la relación entre tecnología y sociedad. Las diversas reflexiones antes citadas, consideran que esto solo se cumple en la medida en que la relación entre tecnología y sociedad como módulo genérico ha de incluir como mínimo, los siguientes niveles de relación: filosófica-epistemológica, dinámica y pragmática. La primera, es necesaria para la comprensión de los demás, pero especialmente para la consolidación de fundamentos académicos sólidos. Es aquí en donde deben presentarse los supuestos y fundamentos epistemológicos de por qué es importante apelar a un conocimiento interdisciplinario y paradigmático diferente en contraste con las formas tradicionales de analizar y comprender la tecnología y la sociedad. La relación dinámica en segundo lugar, se trata básicamente de hacer explícita la diferencia entre una visión estática de la tecnología en la que ésta es inerte y artefactual, además de seguir cursos lineales de acción, de aquella visión que la entiende como un proceso social y lógicamente dinámico y discontinuo. Es importante mostrar cómo y en dónde se configura dicho proceso; identificar modos de producción, mantenimiento y legitimación del conocimiento tecnológico, diferentes usos y concepciones, evidenciando en qué medida y por qué puede entenderse este, como un proceso social.

Y en cuanto a la relación pragmática, este es, si se quiere, el nivel menos abstracto de la relación entre tecnología y sociedad, nivel en el que pueden ser articulados los elementos conceptuales trabajados anteriormente y en el que pueden analizarse casos concretos que permitan aprehensión de conocimientos específicos pero especialmente que permitan a los estudiantes discernir formas de hacer operativo el conocimiento.

Desarrollo del Pensamiento Crítico

Por medio de los cursos ofrecidos, otro elemento central ha sido la configuración de prácticas en educación superior de Ingeniería que dan lugar al surgimiento del pensamiento crítico y permiten su consolidación como un hábito dentro de la comunidad universitaria, dado que los cursos llevan a afinar las herramientas

argumentativas y las capacidades asociadas a la codificación, decodificación e interpretación de textos, que hacen posible la construcción de conocimiento.

Esta perspectiva que se ha venido reforzando en la Facultad de Ingeniería por la inclusión de los criterios de enseñanza del Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET (2009), influyen en el diseño y experiencia en la realización de los cursos del grupo, porque resaltan la importancia de estudiar el desarrollo tecnológico y el cambio sociocultural en Colombia a través de una metodología activa y asociada al diseño de sistemas tecnológicos exitosos en términos sociales, económicos y culturales.

El aporte del proceso de acreditación ABET, es que ha buscado mirar de manera integral los programas de ingeniería y ciencia aplicada, por medio de demostrar que los estudiantes también deben alcanzar unas habilidades denominadas “profesionales” (SHUMAN, BESTERFIELD-SACRE, MCGOURTY, 2005) en aspectos como la capacidades de diseñar sistemas, de trabajar interdisciplinariamente, de identificar y resolver problemas de ingeniería, de comunicarse con efectividad, de entender el contexto local y global y medir el impacto de las soluciones de ingeniería, de comprender la responsabilidad ética y profesional de la ingeniería y del ingeniero, de aprender a aprender, de conocer los asuntos contemporáneos, entre otros. Todas ellas con una alta pertinencia al hablar de pensamiento crítico.

Estos autores también proponen agrupar dichas habilidades profesionales en dos grupos:

- Habilidades de desarrollo: tales como habilidades de comunicación, trabajo en equipo y la capacidad de reconocer y resolver los dilemas éticos.
- Habilidades de concientización: relacionadas con la comprensión del impacto de los factores globales y sociales, el conocimiento de los problemas contemporáneos y la capacidad de aprender a lo largo de la vida.

Todo lo anterior implica incluir en los cursos la reflexión sobre la pluralidad de visiones comprendidas en la construcción de los proyectos tecnológicos, la dificultad de adoptar políticas nacionales polarizadas hacia la globalización, cuestionar la noción de tecnología como ciencia aplicada y la perspectiva neutral y ahistórica del problema tecnológico.

De esta forma, antes de definir el trazado de una carretera (o de decidir que determinada opción es mejor que el ferrocarril como solución a los problemas del transporte), de instalar una hidroeléctrica para la producción de energía, de aprobar

la experimentación con nuevas medicinas o de planificar el futuro de un espacio urbano para el crecimiento de una ciudad, etc., conviene evaluar los efectos previsibles de cada una de las opciones sobre el entorno y la vida de las personas. En cada una de esas decisiones de desarrollo tecnológico existen alternativas diversas y cada una de ellas puede tener costes y consecuencias diferenciadas

LA ESPECIALIZACIÓN EN DISEÑO Y GESTIÓN SOCIAL DE TECNOLOGÍA

En los últimos años el grupo ha entrado en contacto con experiencias internacionales⁴ y regionales⁵, en lo que podríamos denominar el área ingeniería tecnología, y sociedad. Estas propuestas consideran que un camino en que la ingeniería puede relacionarse con las políticas públicas y las demandas del sector privado y productivo en general, es través de la reflexión CTS (VINCK, 2012). Por ejemplo, casos como el de los Institutos Federales del Brasil, han permitido crear una propuesta educativa para la ingeniería y desde la ingeniería que tiene en cuenta por un lado, las necesidades básicas locales del país y por otro lado, se convierte en un referente para complementar el desarrollo de competencias y habilidades específicas requeridas en campos que tiene que ver con la infraestructura, diseño y asesoría a clústers y procesos tecnológicos, etc. (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2009).

De manera complementaria, a nivel nacional, en diversos estudios sobre el perfilamiento de los ingenieros han surgido necesidades de ampliar los procesos formativos del profesional que le permitan el diseño y la gestión competente de sistemas socio-técnicos en sus áreas (GARCÍA; JIMÉNEZ; PÉREZ, 2006), propiciar una visión de la tecnología más holística y contextualizada, que balancee lo global y lo local del ámbito productivo e incorpore eficazmente equipos interdisciplinarios en proyectos de ingeniería (OSORIO, 2008).

Por ello, el valor de ofrecer un posgrado relacionado con estudios de ingeniería, tecnología y sociedad radica en la interacción que se logra entre carreras tradicionalmente consideradas de enfoque técnico y carreras de enfoque humanístico. Se logra que el estudiante, adquiera un conocimiento interdisciplinario

⁴ En especial las experiencias del Instituto de Tecnología Grenoble, la Escuela de minas de Colorado y la Universidad Técnica de Dinamarca.

⁵ En especial las experiencias en Brasil de la Universidade Federal de Santa Catarina, Universidade Estadual de Campinas y en Argentina del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Nacional de Quilmes.

que le permita diversificar sus fortalezas, ampliando por tanto, su rango de acción. Es decir, no se deja a un lado la enseñanza de habilidades técnicas, sino que se enriquecen para lograr una formación académica más completa que satisfaga un mercado laboral que se involucra cada día más con las decisiones que conciernen tanto a la tecnología como a la sociedad.

Se tiene como premisa despertar en el estudiante el interés por el diseño, gestión de tecnología y su impacto en la sociedad. Igualmente se trata de enseñar a los estudiantes cómo tomar decisiones que logren un equilibrio en el uso de la tecnología y las demandas sociales y ambientales. Por estas razones, las materias que se dictan deben ser variadas en sus contenidos, propiciando el diálogo entre la ingeniería y los problemas sociales, por ejemplo, políticas gubernamentales sobre ciencia y tecnología, casos de desarrollo tecnológico, desarrollo de infraestructura, etc.

A través del análisis socio-técnico y reconociendo los contextos sociales, culturales, económicos e históricos presentes en los diversos actores de la tecnología, se pretende que los estudiantes sean capaces de identificar, problematizar y evaluar transversal e interdisciplinariamente el impacto de un proceso tecnológico de manera reflexiva y situada a la realidad nacional.

De esta forma, se buscó conformar una oferta de posgrado que articule diversos actores del entorno y la universidad con la Facultad de Ingeniería, alrededor de la interacción entre ingeniería, tecnología y sociedad en el contexto colombiano e internacional.

Con estas consideraciones en mente, se lanzó el programa de Especialización en Diseño y Gestión Social de Tecnología, conjuntamente entre las facultades de Arquitectura y Diseño e Ingeniería, cuyo objetivo es formar profesionales con destrezas y capacidades para analizar, conceptualizar, evaluar, diseñar contextualmente y orientar las decisiones tecnológicas, con particular énfasis en la articulación entre los procesos de ingeniería y los sectores público, privado y la sociedad civil.

**REFLEXIONES FINALES SOBRE LA EXPERIENCIA EDUCATIVA DE
TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD**

En el primer semestre de 2014, se realizó un ejercicio de evaluación con los estudiantes para reflexionar sobre los aportes de las reflexiones CTS respecto a la formación de los estudiantes.

En este ejercicio los estudiantes destacaron que los cursos del grupo les permitieron una mayor comprensión, apropiación y reconocimiento de las relaciones existentes entre la tecnología y la sociedad. A través de los cursos, pudieron percatarse de la pertinencia de una visión interdisciplinaria respecto al problema de la tecnología en nuestro contexto. De esta forma, tuvieron herramientas para asumir una posición responsable, crítica y proactiva frente a las realidades tecnológicas y sociales en términos de la toma de decisiones e implementación de tecnologías en Colombia.

Hoy en día, los estudiantes recalcan que este tipo de cursos les ayuda a entender la importancia de una visión sistémica de la tecnología. Consideran que los ejercicios realizados en las clases les permiten darse cuenta que la pregunta por la tecnología también es una pregunta por los planes, propósitos y valores de nuestra sociedad, por lo que los criterios aportados por los científicos e ingenieros deben ser puestos en diálogo por medio de la participación de la comunidad en toda decisión tecnológica y esto determina aspectos como la igualdad, equidad, oportunidades y su desarrollo futuro en términos generales.

Respecto al punto de vista de los profesores, dado que los cursos llevan a afinar las herramientas argumentativas y las capacidades analíticas asociadas a la ampliación de perspectivas para el diseño y gestión tecnológica, se hace posible la construcción de conocimiento situado sobre la práctica de la ingeniería con impacto social consciente en el país.

También creemos que este tipo de cursos ayudan a crear un espacio activo y dialógico, que permite a los estudiantes construir acuerdos significativos sobre el mundo que ellos quieren. De esta manera, se ha propiciado el desarrollo de habilidades necesarias para la toma de decisiones en el diseño e implementación socio-técnica, así como para el análisis de sus implicaciones e impacto en la sociedad, y del papel de la ingeniería en la construcción de mundo.

REFERENCIAS

ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY. **Criteria for Accrediting Engineering Programs 2010-2011**, 2011. Disponible en <<http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/04/appm-2010-2011.pdf>>. Accedido en: 02 feb. 2016

ARANA ERCILLA, M. Los valores en la formación profesional. **Tabula Rasa**, Bogotá D. C., n. 4, p. 323-336, 2006.

ARRIBAS RAMÍREZ, R.; FERNÁNDEZ GARCÍA, L. E. **¿Qué hacemos con la basura? La gestión de los residuos urbanos. Simulación educativa de un caso CTS sobre el medio ambiente**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001.

CALLON, M.; EASTON, J. De los intereses y su transformación. Enrolamiento y contraenrolamiento. En: Doménech Tirado, **Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad**. Barcelona: Editorial Gedisa, p. 51- 62, 1998.

CAMACHO ÁLVAREZ, A.; GONZÁLEZ GALBARTE, J. C. **¿Vías o autovías? Simulación educativa de un caso CTS sobre el medio humano**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001.

CAMARGO URIBE, J. A.; GARCÍA ROZO, A. Pensamiento crítico y aprendizaje activo en ingeniería. **Revista Educación en Ingeniería**, Bogotá D. C., v. 4, n. 7, p. 98-106, 2009.

DOWNEY, G. What is engineering studies for? Dominant Practices and scalable scholarship, 2009. Disponible en <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19378620902786499>>. Accedido en: ene. 2012.

GARCÍA ROZO, A.; JIMÉNEZ BECERRA, J. A.; PÉREZ MARTELO, C. B. El perfil del ingeniero electrónico: competencias como una red de relaciones de actores oferta – demanda educativa. **Revista Educación en Ingeniería**, v. 1, n. 2, p. 19-25, 2006.

GONZÁLEZ GALBARTE, J. C. **Ahormada: una controversia urbana. Simulación educativa de un caso CTS sobre el medio humano**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2003.

GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CERESO, J. A.; LUJÁN, J. L. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

GRUPO ARGO. **La polémica de las plataformas petrolíferas. Simulación educativa de un caso CTS sobre fuentes energéticas y sostenibilidad**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2003.

GRUPO ARGO. **La controversia de las antenas de telefonía móvil. Simulación educativa de un caso CTS sobre radiaciones y vida cotidiana.** Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2003.

HUGHES, T. **Networks of Power Electrification in Western Society, 1880-1930.** EE.UU.: Johns Hopkins University Press, 1983.

JIMÉNEZ BECERRA, J. A.; GUERRERO HERNÁNDEZ, J. C.; GARCÍA ROZO, A. Tecnología y sociedad: el salón de clase como lugar de construcción de la sociedad. En: REUNIÓN ANUAL DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA (ACOFI), 2003, Bogotá D. C. **La dimensión social de las facultades de ingeniería.**

LÓPEZ CERREZO, J. A.; LUJÁN, J. L. **Ciencia y política del riesgo.** Madrid: Alianza Editorial, 2000.

LÓPEZ CERREZO, J. A.; VALENTI, P. (1999). **Educación tecnológica en el siglo XXI.** Disponible en: <<http://www.campus-oei.org/cts/edutec.htm>>. Accedido en: 30 ene. 2015

LÓPEZ CERREZO, J. A.; VERDADERO, C. (2003). Introduction: science, technology and society studies - from the European and American north to the Latin American south. **Technology in Society**, Los Angeles, v. 25, n. 2, p. 153-170, 2003.

MARTÍN GORDILLO, M. **¿La escuela en la red?. Simulación educativa de un caso CTS sobre la educación y las nuevas tecnologías.** Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001.

MARTÍN GORDILLO, M.; OSORIO, C.; LÓPEZ CERREZO, J. A. (2001). La educación en valores a través de CTS. En: G. Hoyos Vásquez et al, **La educación en valores en Iberoamérica.** Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), p. 119-161, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Princípios Norteadores das Engenharias nos Institutos Federais.** Disponible en: <http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=&gid=504&option=com_docman&task=doc_download>, 2009.

Mitcham, C. **Thinking Through Technology: The Path between Engineering and Philosophy.** Chicago: University of Chicago Press, 1994.

OSORIO MARULANDA, C. A. La Formación de Ingenieros para la Participación Pública en Ciencia y Tecnología. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 91-108, 2008.

PARADA GARZÓN, N. M.; GUTIÉRREZ PÉREZ, A. A. Diseño ingenieril para la construcción de mundo. En: **Tercer Encuentro Regional de la Asociación Latinoamericana de Sistémica (ALAS)**, 2008, Ciudad de México.

PARADA GARZÓN, N. M.; GUTIÉRREZ PÉREZ, A. A. Water problem based simulation as a technology and society controversy: Designing and implementing an

active and equitable engineering education. En: **The International Workshop ALE (Active Learning in Engineering Education)**, 2008, Bogotá D. C.

SHUMAN, L. J.; BESTERFIELD-SACRE, M.; MCGOURTY, J. (2005). The ABET "Professional Skills" - Can They Be Taught? Can They Be Assessed?. **Journal of Engineering Education**, Urbana-Champaign, v. 94, n. 1, p. 41–55, 2005.

VALDERRAMA PINEDA, A.; BURBANO VALDÉS, A. E.; ESCOBAR GUTIÉRREZ, J. A.; GARCÍA ROZO, A. STS Problems in Colombia. En: **Memories of the Annual Meeting of the Society for the Social Studies of Science**. Montreal, 2007.

VINCK, D. Pensar la técnica. **Universitas Philosophica**, Bogotá, D. C. n. 58, p. 9-14, 2012.