



Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad
- CTS

ISSN: 1668-0030

ISSN: 1850-0013

secretaria@revistacts.net

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Argentina

Jiménez Becerra, Javier
CTS en la educación en ingeniería: aportes de la Red de Ingeniería, Tecnología y Sociedad
Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad
- CTS, vol. 17, núm. 51, 2022, Noviembre, pp. 265-284
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92476009014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

**CTS en la educación en ingeniería:
aportes de la Red de Ingeniería, Tecnología y Sociedad**

**CTS no ensino de engenharia:
contribuições da Rede Engenharia, Tecnologia e Sociedade**

***STS in Engineering Education:
Contributions from the Engineering, Technology and Society Network***

Javier Jiménez Becerra y Jorge Rojas-Álvarez *

Este artículo analiza los aportes de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) a la formación en ingeniería a partir de la experiencia docente de la Red de Ingeniería, Tecnología y Sociedad. La red ha diseñado propuestas educativas para estudiantes de ingeniería en sus primeros semestres de formación universitaria y recientemente un enfoque de educación de posgrado. El texto muestra cómo dichas propuestas se apoyan en el pensamiento CTS a partir de una visión integral de la tecnología, interdisciplinariedad y desarrollo de pensamiento crítico. El escrito repasa el momento de inserción del tema CTS a través de la enseñanza activa y el diseño en contexto, y describe la manera en que todo este proceso derivó en la propuesta de un enfoque de gestión social de tecnología de posgrado que pone en diálogo la ingeniería, la participación social y la evaluación tecnológica con el pensamiento CTS.

265

Palabras clave: educación en ingeniería; enseñanza activa; diseño en contexto; gestión social de tecnología

* *Javier Jiménez Becerra*: profesor CTS-LAB FLACSO, Ecuador. Correo electrónico: jajimenez@flacso.edu.ec. *Jorge Rojas-Álvarez*: Ph.D. (c), Institute of Communications Research, University of Illinois at Urbana-Champaign, Estados Unidos. Correo electrónico: jorger3@illinois.edu.

Este artigo analisa as contribuições dos estudos do ciência tecnologia e sociedade (CTS) para o ensino de engenharia a partir da experiência docente da Rede Engenharia, Tecnologia e Sociedade. A rede oferece propostas educacionais para estudantes de engenharia nos primeiros semestres do ensino universitário e, recentemente, uma abordagem de ensino de pós-graduação. O texto mostra como essas propostas se baseiam no pensamento CTS a partir de uma visão abrangente da tecnologia, da interdisciplinaridade e do desenvolvimento do pensamento crítico. Por fim, o artigo revisa o momento de inserção do tema CTS por meio do ensino ativo e do design em contexto, e descreve a maneira como todo esse processo levou à proposta de uma abordagem de gestão social de tecnologia de pós-graduação que coloca em diálogo a engenharia, a participação social e avaliação tecnológica com pensamento STS.

Palavras-chave: ensino de engenharia; ensino ativo; design em contexto; tecnologia gestão social

Based on the teaching experience of the Engineering, Technology and Society Network, this paper analyzes the contributions made by STS studies to engineering education. This network offers educational perspectives for engineering students in their first semesters of higher education and has added recently a graduate education approach. This article describes how STS scholarship contributed a comprehensive view of technology, interdisciplinarity and development of critical thinking. Finally, it reviews STS education through active teaching and design in context, and describes the emergence of a graduate certificate program under an engineering, technology and society approach. This program combines engineering, social participation, technological assessment and STS thinking.

Keywords: *engineering education; active teaching; design in context; technology social management*

Introducción: CTS y la Red Ingeniería, Tecnología y Sociedad

Aunque la ingeniería se destaca como un puente entre sociedad y tecnología, hay ingenieros no satisfechos con su contribución social, ya que sienten que su conocimiento se comparte de forma inequitativa, al no poder brindarlo a las personas menos favorecidas económicamente (Baillie, 2022). En muchas universidades e instituciones, los ingenieros no reciben la educación y el entrenamiento necesarios que apoyen el pensamiento crítico, la toma de decisiones reflexiva y el poder de acción para lograr un cambio social (Riley, 2008). Ante tal insatisfacción, los ingenieros buscan un enfoque que les aporte de forma más plena. Es el caso de los sistemas de infraestructura modernos, que son particularmente importantes para modelar la sociedad. Una falla en una infraestructura de servicios, por ejemplo, genera que millones de personas no tengan acceso a los beneficios de los que gozan otras personas, generalmente de países desarrollados. Ingenieros como estudios CTS juegan un papel básico, desarrollando estratégicamente nueva infraestructura que reconozca la relación entre tecnología y sociedad, garantizando el acceso general a los recursos.

En 2002, la Red Ingeniería, Tecnología y Sociedad se fundó con el propósito de investigar y enseñar sobre el papel de la tecnología en la sociedad actual (Albornoz Barriga *et al.*, 2017). La red se ha involucrado en el desarrollo de propuestas educativas para estudiantes de ingeniería en sus primeros semestres de formación universitaria y recientemente en la educación de posgrado. En sus orígenes la red se inspiró en los desarrollos pedagógicos de un equipo de docentes y profesores españoles, denominado Grupo Educativo ARGO (2003). El desarrollado pedagógico tomado del grupo consiste en el estudio en clase de controversias públicas¹ relacionadas a temas tecnocientíficos con implicaciones sociales o medioambientales, por medio de los cuales se busca entender cómo intervienen varios actores sociales con ideas, opiniones o intereses diversos (Arribas Ramírez y Fernández García, 2001). El trabajo de la red dio origen a cursos como Tecnología y Sociedad, Tecnología y Globalización, Tecnología y Cultura en América Latina e Historia de la Tecnología. La red ha establecido colaboraciones con la Cátedra Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad, la Red Colombiana de Ingeniería y Desarrollo Social y con diversas universidades colombianas (Gutiérrez Pérez *et al.*, 2018). Por medio de estas propuestas, RETIS ha consolidado “un programa de investigación y docencia sobre las relaciones entre el cambio tecnológico y el cambio social en Colombia” (Camargo Uribe y García Roza, 2009, p. 101).

En el caso de la formación en ingeniería, la red 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

1. 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 Cerezo y Verdadero, 2003).

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 Becerra *et al.*, 2003, p. 3).

Otras fuentes de inspiración para la red son los esfuerzos surgidos a nivel mundial, que algunos han dominado educación en ingeniería, tecnología y sociedad (Brown *et al.*, 2009; Leydens y Lucena, 2017). Para muchos autores de este campo de estudio, 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, 2005). Además, la ingeniería está profundamente vinculada a 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 (Akrich *et al.*, 2006), 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 (Hynes y Swenson, 2013).

268 Igualmente, 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 (Claussen *et al.*, 2019). Por esto, la enseñanza del ingeniero no puede ser descontextualizada, ya que su labor futura cada vez más tendrá aspectos sociales de los que sus decisiones difícilmente se podrán desligar.

Este artículo busca reflexionar sobre el aporte de los estudios CTS a la formación en ingeniería a partir de las experiencias recogidas en el desarrollo general de cursos liderados por la red. Dichos cursos, desarrollan una visión integral de la tecnología, interdisciplinariedad y generan capacidades de pensamiento crítico. Este escrito repasa el momento de inserción del tema CTS a través de la enseñanza activa y el diseño en contexto, y describe la manera en que todo este proceso derivó en la propuesta de un enfoque de gestión social de tecnología de posgrado que pone en diálogo la ingeniería, la participación social y la evaluación tecnológica con el pensamiento CTS.

1. Diseño de los cursos

El diseño general de los cursos de la Red de Ingeniería, Tecnología y Sociedad comprende los elementos que se explicarán a continuación: objetivos, metodología planteada y momentos pedagógicos.

1.1. Objetivo general

Los cursos de la red tienen por objetivo general el análisis de las principales controversias sobre una tecnología en un contexto. En este caso, por ejemplo, las controversias que han surgido alrededor de la inserción de las denominadas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación superior en Colombia. Este análisis, tomó como referencia el marco teórico de una visión sistémica de la tecnología (Pacey, 2014; Vinck, 2012) y como metodología de construcción social de la tecnología (COST) (Bijker *et al.*, 2012).

A través de una visión sistémica de la tecnología, los estudiantes problematizan contextualmente las TIC en la educación superior en Colombia, desde el punto de vista de sus principales aspectos culturales, técnicos y organizacionales, indagando por su identificación, influencias mutuas, y de qué forma prefiguran posibles características de la tecnología acorde a las realidades nacionales. Adicionalmente, con la metodología de la construcción social de la tecnología, se busca generar discusiones sobre la pertinencia y efectividad de dichas tecnologías, así como examinar cada uno de sus actores relevantes identificando sus intereses, estrategias, motivaciones y grandes retos para adoptarlas en el contexto nacional en relación con la conceptualización de la visión sistémica abordada inicialmente.

1.2. Metodología del curso

El curso se estructuró a partir de dos actividades vinculantes: primero, la reflexión en torno al contexto y a la problemática de la relación entre tecnología y sociedad; segundo, la construcción de escenarios posibles para la implementación de una solución a la controversia tecnológica del curso por medio de un diseño contextual. Las actividades generales del curso se detallan a continuación:

- *Sesiones de corte teórico.* Presentan el campo de los estudios CTS, ofreciendo ejemplos de la visión sistémica de la tecnología y metodologías como la construcción social de la tecnología (Gordillo, 2017).
- *Estudio de caso.* Aplican una metodología que conjuga el estudio del papel de las TIC en la educación superior en Colombia, con un reconocimiento de los actores sociales y tecnológicos relevantes por parte de los estudiantes. El caso se construye por medio de la indagación en grupos de estudiantes sobre el papel de cada actor buscando rastrear sus intereses, estrategias y motivaciones, y así comprender como funciona el sistema. El estudio de caso cuenta con dinámicas como discusiones, reflexiones personales y grupales de lo tratado en la clase magistral.
- *Videoconferencias en tiempo real.* Expertos en TIC para la educación presentan sus experiencias o se realizan sesiones de aprendizaje no presencial con observación de videos relativos al tema y actividades de escritura cortas.
- *Actividades de escritura.* Se elaboran con base en un problema de la educación superior en Colombia, las videoconferencias en línea y la visión sistémica de la tecnología. Los estudiantes identifican un aspecto a tener en cuenta para

que las TIC aportaran en la resolución del problema de la educación superior, referenciando explícitamente los elementos centrales los materiales de clase y vinculando a un aspecto cultural, organizacional o técnico de su interés (Jiménez Becerra y Rojas-Álvarez, 2015).

1.3. Momentos del curso

Para lograr el objetivo propuesto, el curso se divide en los siguientes momentos pedagógicos, que incluyen un tema, un objetivo específico de aprendizaje, algunas preguntas motivadoras y competencias diseñadas para los estudiantes: introducción al problema de la tecnología y la educación superior en Colombia, aspectos culturales de la tecnología, controversias respecto al caso de estudio y aspecto organizacional.

1.3.1. Introducción al problema de la tecnología y la educación superior en Colombia

En este momento pedagógico del curso, se aproxima al estudiante a una visión sistémica de la tecnología y la metodología de construcción social de la tecnología. A la luz de los principales conceptos y herramientas que se introducen en la primera parte del curso, se revisa el panorama de la educación en Colombia y el papel que se le asigna a las TIC.

Tabla 1. Introducción al problema de la tecnología y la educación superior en el contexto colombiano

Tema	Preguntas	Objetivo	Competencia
El problema de la tecnología y la educación superior en Colombia	¿Qué es tecnología según una perspectiva sistémica? ¿Cuáles son las diferencias y ventajas de esta visión frente a la tradicional? ¿Qué elementos propone la metodología de COST como relevantes para analizar la tecnología? ¿Cuáles son los principales retos de la educación superior en Colombia?	Generar un espacio para la introducción a una problemática y a las preguntas sobre la tecnología y su relación con la sociedad. Partimos de las inquietudes y experiencias personales de los participantes, así como de las que se han planteado los estudiosos del tema	El estudiante desarrollará habilidades de indagación y de problematización en el caso de las relaciones que se presentan entre tecnología y sociedad
Pregunta para las videoconferencias en tiempo real y observación de videos: ¿Cuál debe ser el papel de las TIC respecto a los retos que enfrentan la educación superior en Colombia?			

Fuente: elaboración propia

1.3.2. Aspectos culturales de la tecnología

En este momento pedagógico del curso, se parte de los valores que tienden a asociarse con el uso de las TIC y las demandas del contexto. Se examina el papel de las TIC en la educación superior, así como aspectos pedagógicos y socioculturales relevantes a tener en cuenta.

Tabla 2. Características relevantes en el diseño de TIC

Tema	Pregunta	Objetivo	Competencias
TIC: características relevantes en su diseño, aspectos pedagógicos	¿Cómo los procesos de enseñanza apoyados en el uso de las nuevas tecnologías pueden ayudar a mejorar las prácticas de aprendizaje en la educación superior? ¿Cómo las TIC impactan los procesos de aprendizaje, así como las metas y formas de enseñanza? ¿Cómo las TIC cambian la forma tradicional de enseñar y aprender?	Estudiar un sistema sociotécnico de relevancia en la sociedad colombiana, mediante una metodología de aprendizaje activo	El estudiante desarrollará el pensamiento crítico a partir de las relaciones entre tecnología y sociedad y de los actores sociales en un sistema tecnológico determinado. El estudiante construye una visión crítica reflexiva sobre el papel de la tecnología en la educación superior
Preguntas para las videoconferencias en tiempo real y observación de videos: ¿Cuáles son las características de diseño más relevantes de las TIC para la educación superior? ¿Qué pedagogías son apropiadas para la inserción de TIC en la educación?			

271

Fuente: elaboración propia

1.3.3. Controversias respecto al caso de estudio

Se realiza un reconocimiento de manera general de las TIC, a partir de los elementos clave para una evaluación reflexiva, identificando sus características, potencialidades y limitaciones. En este momento del curso, una visión sistémica se enfoca en la interrelación de los distintos aspectos que intervienen en la inserción de las TIC (un contexto específico, con unos objetivos claros y unos actores relevantes). Dicha implementación es viable si responde a los elementos del entorno, a las demandas culturales, económicas, políticas y sociales del contexto donde se buscan insertar.

Tabla 3. TIC: características técnicas relevantes

Tema	Pregunta	Objetivo	Competencias
TIC: características relevantes en su diseño, aspectos técnicos y de infraestructura	¿Qué ventajas inherentes al diseño de las TIC pueden repercutir en una mejoría de las prácticas educativas en la educación superior?, ¿Qué oportunidades de mejoramiento les ofrecen estas nuevas tecnologías?	Estudiar un sistema sociotécnico de relevancia en la sociedad colombiana, mediante una metodología de aprendizaje activo	El estudiante desarrollará el pensamiento crítico a partir de las relaciones entre tecnología y sociedad y de los actores sociales en un sistema tecnológico determinado. El estudiante construye una visión crítica reflexiva sobre el papel de la tecnología en la educación superior

Fuente: elaboración propia

1.3.4. Aspecto organizacional

Este aspecto transversal a todo el curso comprende las relaciones entre actores como la clave del éxito de la implementación de cualquier herramienta tecnológica, pues el artefacto en sí mismo no educa. Si no se tiene en cuenta a los actores relevantes al interior del sistema educativo, sus opiniones e intereses, dicha implantación no será exitosa. Los estudiantes identifican qué aspectos organizacionales consideran fundamentales para la correcta inserción de la TIC en la educación superior en Colombia. Es necesario enfocarse en las relaciones entre actores relevantes de la tecnología elegida como solución al problema de la controversia tecnológica. Por ejemplo, en el caso de las TIC para la educación superior se tienen en cuenta actores clave como instituciones, profesores, estudiantes, gobierno, Estado y sociedad civil.

2. Reflexiones sobre la formación del ingeniero desde la experiencia de la red

Tomando los diversos artículos evaluativos que ha realizado a la red a lo largo de su historia (Jiménez Becerra *et al.*, 2022; Jiménez Becerra y Rojas-Álvarez, 2016, 2017; Valderrama Pineda *et al.*, 2007), así como las reflexiones internas que mantiene en la actualidad, 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 el desarrollo del pensamiento crítico.

2.1. Aporte pedagógico: visión integral de la tecnología

Entendemos por aporte pedagógico a las contribuciones del enfoque CTS que ayudan al estudiante a comprender, apropiarse y reconocer cómo se desarrollan las relaciones existentes entre la tecnología y la sociedad. Esto también aborda la pertinencia de los cursos para la creación de una cultura y reflexión interdisciplinaria en docencia e

investigación universitaria, lo que incluye tanto a la relación enseñanza-aprendizaje de los contenidos conceptuales de los cursos como al 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.

En lo que se refiere a la visión de la tecnología, las experiencias de los miembros de la red muestran que haber tenido acceso a una visión o perspectiva no tradicional de la tecnología es una aproximación crítica, contextualizada y no lineal. Los estudiantes pueden 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 cambio tecnológico como el 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. Por el contrario, los cursos muestran una perspectiva de la tecnología como un proceso social en el que la tecnología es creada por la sociedad y es fundamental que esa misma sociedad 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 solo artefactos y herramientas. Los cursos muestran a la tecnología como un fenómeno eminentemente social; evidencia de ello es que actualmente casi todas, sino todas, las actividades del hombre implican tecnología o se realizan en relación con ella. El hombre depende de la tecnología y por lo tanto es fundamental reflexionar sobre el papel que se le asigna en la sociedad, sus límites y alcances, así como es pertinente estudiar 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 el tipo de sociedad que se está construyendo. Por ejemplo, dependiendo de la tecnología que escoja una sociedad para abastecerse (agua), educarse (Internet), y a quién se escoja para manejarla (compañías multinacionales, el Estado, las comunidades), se determinan aspectos como la igualdad, la equidad, las oportunidades y su desarrollo futuro en términos generales (Jiménez Becerra y Rojas-Álvarez, 2016).
- *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. Es necesario contextualizar la tecnología según el lugar donde 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 un problema determinado (Fressoli *et al.*, 2013).

- *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 mismo, 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 dicho problema. Esto implica que los problemas de nuestro entorno, nuestra ciudad o país no son problemas de atraso tecnológico.

2.2. Fundamentación teórica

En este aspecto se considera que es muy importante mantener 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.

En esa medida deben presentarse perspectivas o aproximaciones teóricas a los temas, de forma clara y diferenciada, así como información concreta sobre ellos. Adicionalmente, la participación de expertos, investigadores y tomadores de decisiones en los cursos para ejemplificar cómo suceden las relaciones entre tecnología y sociedad en el mundo actual 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. Por ello es necesario mostrar el cómo y el porqué de la fundamentación teórica y su relación con los cursos.

2.3. Propuesta interdisciplinaria

Una de las actividades centrales de la red es la construcción de una perspectiva interdisciplinar 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. Aquí deben presentarse los supuestos y fundamentos epistemológicos de por qué es importante apelar a un conocimiento interdisciplinar y paradigmático diferente en contraste con las formas tradicionales de analizar y comprender la tecnología y la sociedad.

En segundo lugar, la relación dinámica se trata básicamente de hacer explícita la diferencia entre una visión estática de la tecnología en la que 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 dónde se configura dicho proceso, así como identificar modos de producción, mantenimiento y legitimación del conocimiento tecnológico, diferentes usos y concepciones, y evidenciar en qué medida y por qué puede entenderse este conocimiento como un proceso social.

En tercer lugar, la relación pragmática es el nivel menos abstracto de la relación entre tecnología y sociedad, nivel en el que pueden ser articulados los elementos conceptuales trabajados en los cursos 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.

2.4. Desarrollo del pensamiento crítico

Por medio de los cursos y evaluaciones realizadas (Jiménez Becerra y Rojas-Álvarez, 2016), otro elemento central ha sido la configuración de prácticas en educación superior de ingeniería. Dichas prácticas dan lugar al surgimiento del pensamiento crítico y permiten su consolidación como un hábito dentro de la comunidad universitaria. Los cursos ayudan 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 se ha reforzado en la red con la consideración de los aspectos que influyen en el diseño en ingeniería. Estos aspectos 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 en términos sociales, económicos y culturales. Estas dimensiones mejoran la capacidad de diseñar sistemas, trabajar interdisciplinariamente, identificar y resolver problemas de ingeniería, comunicarse con efectividad, entender el contexto local y global y medir el impacto de las soluciones diseñadas, comprender la responsabilidad ética y profesional de la ingeniería y del ingeniero, aprender a aprender y conocer los asuntos contemporáneos. Las dimensiones sociales, económicas y culturales poseen una alta pertinencia al hablar de pensamiento crítico.

275

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. También surge el papel del diseño en ingeniería orientado por el pensamiento CTS como escenario para pensar las relaciones entre tecnología y sociedad. A través de esta reflexión se crea un espacio activo y dialógico que permite a los estudiantes construir acuerdos significativos sobre el mundo que ellos quieren. Se espera el desarrollo de habilidades necesarias para la toma de decisiones en el diseño y la implementación sociotécnica, así como para el análisis de sus implicaciones e impacto en la sociedad, y del papel de la ingeniería en la construcción de mundo. Las reflexiones sobre el impacto y el papel de la ingeniería en la construcción sociotécnica se configuran como eje central de la reflexión ética y de los aprendizajes en el ser, hablar, crear y compartir su conocimiento; así como en la actividades para transformarse a sí mismos y transformar de manera responsable su mundo (Lleras, 2010).

3. El enfoque de gestión social de tecnología en posgrado

En los últimos años, la red ha participado en el diseño de cursos de CTS para formación interdisciplinaria de posgrado cuya población objetivo son en su mayoría ingenieros (Jiménez Becerra y Rojas-Álvarez, 2016). Estas propuestas consideran que un camino en que la ingeniería puede relacionarse con las políticas públicas y las demandas del sector privado y productivo es a través de la reflexión CTS.² 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 tienen que ver con la infraestructura, el diseño y la asesoría a clústeres y procesos tecnológicos (Ministério da Educação, 2009).

De manera complementaria, y a nivel colombiano, en diversos estudios sobre el perfilamiento de los ingenieros han surgido necesidades de ampliar los procesos formativos del profesional que permitan el diseño y la gestión competente de sistemas sociotécnicos en sus áreas (García *et al.*, 2006), y de 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 Marulanda, 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 que le permita diversificar sus fortalezas ampliando su rango de acción. No se deja a un lado la enseñanza de habilidades técnicas, sino que estas 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. 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 (Thomas y Santos, 2016). Por estas razones, las materias que se diseñan son variadas en sus contenidos, propiciando el diálogo entre la ingeniería y los problemas sociales; por ejemplo, en materia de políticas gubernamentales sobre ciencia y tecnología, casos de desarrollo tecnológico exitosos y fallidos, así como el desarrollo de infraestructura con procesos de consulta previa con comunidades potencialmente afectadas.

2. En especial experiencias internacionales como las del Instituto de Tecnología Grenoble, la Escuela de Minas de Colorado y la Universidad Técnica de Dinamarca, la Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil), la Universidade Estadual de Campinas (Brasil) y el Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (Argentina).

A través del análisis sociotécnico, 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. La consolidación de dicha interacción ha demostrado la pertinencia de la temática CTS con las necesidades sociales y tecnológicas del país donde se desarrolla dicho posgrado, lo cual permite que responda a las demandas directas de entidades del sector productivo (público o privado), ya que logra involucrar actores sociales para los que es pertinente la reflexión sobre la tecnología desde una perspectiva CTS en su ámbito laboral (tomadores de decisiones sobre tecnología, consultores, profesionales asociados al desarrollo de clústeres, grandes sistemas tecnológicos, etc.). En este contexto se constituye una relación directa entre la academia y los sectores productivos.

Así mismo, la consolidación de esta interacción permite que la oferta de posgrado CTS pueda ser pertinente para algunas organizaciones no gubernamentales en el área de tecnologías para el desarrollo, la apropiación y la transferencia de tecnologías para apoyar procesos de desarrollo social. En muchas ocasiones, por tener aportes internacionales, dichas organizaciones buscan ofertas de capacitación donde se trabaje la relación entre tecnología y sociedad en contextos de desarrollo, desde una perspectiva transdisciplinaria específica, por lo general centradas en la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos y la “apropiación” de alguna plataforma o programa de transformación social.

3.1. Una visión constructivista en la ingeniería

En el caso de la ingeniería, el programa de posgrado considera que es de suma importancia el desarrollo de una visión constructiva de la ciencia y la tecnología que promueven los estudios CTS, en la medida en que es una profesión que está cada vez más asociada a la toma de decisiones, gestión e implementación de la tecnología; actividades que en el siglo XXI guardan cada vez más relación con los temas de diseño en contexto, la reflexión ética y el diálogo interdisciplinario (Camargo Uribe y García Roza, 2009; Jiménez Becerra y Bustamante Salamanca, 2006).

Para una plena comprensión de esa práctica profesional, es necesario tener en cuenta la formación que reciben los ingenieros. Debido a eso, la investigación en CTS durante las últimas dos décadas ha hecho énfasis en la importancia de comprender la relación entre las prácticas ingenieriles y los procesos sociales. 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 (Schlierf, 2010). Por ejemplo, en las empresas asociadas a temas de infraestructura, los ingenieros juegan un papel preponderante en la toma de decisiones y es necesario que incorporen una visión integral. La educación CTS crea consciencia en el balance que dicha toma de decisiones debe tener entre tecnología y responsabilidad social (Downey, 2008). La enseñanza del ingeniero no puede ser descontextualizada, ya que su labor futura cada vez más tendrá aspectos sociales de los que sus decisiones difícilmente se podrán desligar.

3.2. CTS, ingeniería y participación social

Una de las consecuencias más relevantes del abordaje antes descrito está en la importancia que adquiere el generar espacios sociales que permitan promover la participación pública en las decisiones que orientan los desarrollos de la tecnología, a fin de democratizar y acercar a la sociedad las responsabilidades que conlleva el uso e implementación creciente de la tecnología, lo cual no se puede realizar sin comprender las prácticas tecnológicas como la ingeniería.

Reflexionar sobre el papel social asignado a la tecnología es fundamental, pues en la medida en que la tecnología se considera desde una perspectiva moderna, y no se asume una posición crítica frente a ella, se impide que exista una conciencia social alrededor de los artefactos y sus consecuencias. En este sentido, los estudios CTS hacen un llamado a la sociedad para que considere de un modo más concreto los fines hacia los que están dirigidas las tecnologías y buscan un mayor entendimiento de ellas en términos de sus consecuencias para la sociedad contemporánea. También se considera importante asumir y generalizar socialmente una visión ajustada de la tecnología que parta de la desmitificación de los principios básicos que soportan la visión heredada del desarrollo tecnológico (Organización de Estados Iberoamericanos, 2001). Tales principios son:

- A medida que exista más ciencia y tecnología se llega a un mayor beneficio público y social.
- La información científica es una información objetiva que provee la verdad a través de reglas y leyes específicas.
- Los conocimientos generados en las fronteras de la ciencia son autónomos respecto a sus consecuencias morales y prácticas en la sociedad.
- El mito de la autoridad: se considera que la investigación científica proporciona una base objetiva para resolver las disputas que generan los desarrollos de la ciencia y tecnología.
- El mito de la frontera sin fin: se considera que el nuevo conocimiento científico y tecnológico es autónomo respecto de sus consecuencias prácticas en la naturaleza y en la sociedad.

En contraposición a tales principios, se considera importante asumir planteamientos críticos, interpretativos y valorativos que muestren que cualquier producción tecnológica, al igual que otras realizaciones culturales, configura sistemas culturales a través de redes de significado. Esto sucede porque las cualidades fundamentales de un sistema cultural en el que interviene la tecnología están mediadas por artefactos, técnicas y construcciones materiales; y en conjunto establecen un entorno simbólico de conceptualizaciones, interpretaciones y legitimaciones que hacen viable dicho sistema (Medina, 2001). Por esto la tecnología vista desde el enfoque CTS, lejos de ser neutral, refleja 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.

3.3. CTS, ingeniería y la evaluación de tecnologías

Desde la perspectiva CTS, los grandes logros tecnocientíficos del siglo XX y XXI han evidenciado su gran valor social, pero de igual manera han puesto de manifiesto su capacidad para provocar graves daños a los seres humanos y enormes desastres ambientales. Los criterios de eficacia y de eficiencia económica no pueden ser los únicos patrones que orienten el desarrollo tecnológico. La perspectiva CTS muestra que, en la valoración de las propuestas de desarrollo tecnológico, es importante que se tengan en cuenta también otros criterios y exige que las decisiones sobre los desarrollos tecnológicos se abran al debate público para permitir la participación de todos los implicados y afectados (Gutiérrez *et al.*, 2021).

La evaluación de las tecnologías es, por tanto, fundamental para el enfoque CTS. Por ejemplo, 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), instalar una hidroeléctrica para la producción de energía, aprobar la experimentación con nuevas medicinas o planificar el futuro de un espacio urbano para el crecimiento de una ciudad, 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.

En muchos casos, la evaluación clásica de tecnologías se ha reducido a analizar la ecuación entre los costes y los efectos de cada opción para elegir la más apropiada. En este sentido, la evaluación de las consecuencias de una tecnología tiende a ser identificada con la evaluación de los impactos y su eventual aceptación en función de los beneficios esperados de esa tecnología. Sin embargo, no se examina si los beneficios de cierta tecnología compensan sus efectos negativos, como tampoco se mira si solo los criterios técnicos dan cuenta de estos problemas (Lleras Manrique *et al.*, 2016).

279

Desde los posgrados CTS se propone generar modelos de evaluación de tipo constructivo de las tecnologías que buscan incentivar la participación de los diversos actores sociales. Estos modelos buscan ya no involucrar a los actores sociales solo en la valoración de la implementación en una determinada tecnología, sino en su proceso de diseño. Son modelos que buscan anticipar los efectos de una determinada tecnología e incorporar no solo los criterios de los expertos (Valderrama Pineda y Jørgensen, 2018).

Es una apuesta a la participación pública a todos los niveles del desarrollo tecnológico y busca la democratización y la participación social como ejes. Para hacer posible la participación es necesario buscar mecanismos que permitan que los actores sociales estén informados y se interesen en los temas relacionados con las consecuencias y efectos de un determinado desarrollo tecnológico. La importancia entonces de una alfabetización en los temas CTS que nos permita comprender de manera contextualizada y cotidiana los efectos positivos y negativos de la tecnología es una condición para hacer posible la participación pública que democratice las decisiones sobre los desarrollos tecnológicos (Jiménez Becerra *et al.*, 2020).

Para el caso de la ingeniería, la inclusión de la visión CTS permite, tanto a nivel formativo como de la práctica profesional, comprender la importancia de la generación de procesos de evaluación de tecnologías, de tipo interdisciplinario, así como el reconocimiento de la importancia de la participación social a nivel del diseño en los propios sistemas tecnológicos y su gestión; por ejemplo, el análisis de esta perspectiva de sistemas tecnológicos asociados al agua, la energía, la movilidad, etc. Puede ayudar a la orientación de su trayectoria tecnológica a fin de que sea más democrática, incluyente, socialmente responsable y consciente de su impacto en el entorno.

Conclusiones

Esta propuesta docente de educación de ingeniería y CTS convive armónicamente con actividades de enseñanza-aprendizaje de los contenidos conceptuales y diseño en contexto, así como el desarrollo de competencias que aportan a los estudiantes tanto en el ámbito universitario como en el profesional-laboral, de acuerdo con los objetivos ya planteados, es decir, una reflexión más profunda sobre los artefactos tecnológicos, sus consecuencias, historia, impacto, limitaciones y posibles funciones.

El hecho de que estos cursos perfeccionen las herramientas argumentativas y la capacidad analítica ligadas a una perspectiva más amplia para el diseño y la gestión de tecnología permite potenciar el conocimiento situado en la práctica de la ingeniería con una influencia social consciente. La conciencia sobre este aspecto contribuye a profundizar el análisis del quehacer tecnológico de una forma autónoma y democrática. De esta manera, se contribuye al desarrollo de las competencias necesarias para la toma de decisiones de diseño e implementación sociotécnica, el análisis de sus implicaciones e impacto en la sociedad y el papel de la ingeniería para construir el mundo.

Los estudios CTS en la formación de ingenieros en la Red de Ingeniería, Tecnología y Sociedad han creado enfoques flexibles y autónomos útiles para el aprendizaje de los estudiantes al visualizar diferentes puntos de vista de un problema tecnológico y formular reflexiones contextuales sobre la relación entre tecnología y sociedad. Serán necesarias nuevas sistematizaciones sobre esta experiencia desde la perspectiva del estudiante de posgrado en cuanto al aporte pedagógico, la visión de la tecnología, la base teórica de los cursos y el desarrollo de pensamiento crítico.

Bibliografía

Akrich, M., Callon, M. y Latour, B. (2006). *Sociologie de la traduction: Textes fondateurs*. París: Presses des MINES.

Albornoz Barriga, M. B., Jiménez Becerra, J. A. y Rojas Alvarez, J. (2017). *Ingeniería, innovación y tecnología social*. Universidad Nacional de Colombia, FLACSO Ecuador.

Recuperado de: <https://www.uneditorial.com/ingenieria-44-innovacion-y-tecnologia-social-ingenieria-de-sistemas.html>.

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

Arribas Ramírez, R. y Fernández García, L. E. (2001). ¿Qué hacemos con la basura? La gestión de los residuos urbanos. Simulación educativa de un caso CTS sobre el medio ambiente. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

Baillie, C. (2022). Engineers within a Local and Global Society. Springer International Publishing.

Bijker, W. E., Hughes, T. P. y Pinch, T. (2012). The Social Construction of Technological Systems, anniversary edition: New Directions in the Sociology and History of Technology. MIT Press.

Brown, J. K., Downey, G. L. y Diogo, M. P. (2009). The Normativities of Engineers: Engineering Education and History of Technology. *Technology and Culture*, 50(4), 737-752.

Camargo Uribe, J. A. y García Rozo, A. (2009). Pensamiento crítico y aprendizaje activo en ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 4(7), 98-106.

281

Claussen, S. A., Tsai, J. Y., Boll, A. M., Blacklock, J. y Johnson, K. (2019). Pain and Gain: Barriers and Opportunities for Integrating Sociotechnical Thinking into Diverse Engineering Courses. 2019 ASEE Annual Conference & Exposition. Recuperado de: <https://peer.asee.org/pain-and-gain-barriers-and-opportunities-for-integrating-sociotechnical-thinking-into-diverse-engineering-courses>.

Downey, G. L. (2008). The Engineering Cultures Syllabus as Formation Narrative: Critical Participation in Engineering Education through Problem Definition. *St. Thomas Law Journal*, 5(2), 101-113.

Fressoli, M., Garrido, S., Picabea, F., Lalouf, A. y Fenoglio, V. (2013). Cuando las transferencias tecnológicas fracasan. Aprendizajes y limitaciones en la construcción de Tecnologías para la Inclusión Social. *Universitas Humanística*, 76, 73-95.

García, A., Jiménez, J. y Pérez, C. (2006). El perfil del ingeniero electrónico: Competencias como una red de relaciones de actores oferta – demanda educativa. *Revista Educación en Ingeniería*, 1(2), 19-25.

Gutiérrez, Á., Lleras, E. y Díaz, J. (2021). Communities of learning as support for one knowledge and innovation management system: A case study. *Systems Research and Behavioral Science*, 38(4), 527-536. DOI: <https://doi.org/10.1002/sres.2720>.

Gutiérrez Pérez, Á. A., Molina-Soler, A., Lleras Manrique, E. y Gaitán-Albarracín, N. (2018). Memorias Primer Encuentro Colombiano de Ingeniería y Desarrollo Social: Ingeniería, tecnología y tejido social. Red Colombiana de Ingeniería y Desarrollo Social. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329362000_Memorias_Primer_Coloquio_Latinoamericano_de_Ingenieria_para_el_Desarrollo_Social_Primer_Encuentro_Colombiano_de_Ingenieria_y_Desarrollo_Social_Ingenieria_Tecnologia_y_Tejido_Social/download.

Hughes, T. P. (2005). Technology as Systems, Controls, and Information. Human-Built World: How to Think about Technology and Culture (77-110). University of Chicago Press.

Hynes, M. y Swenson, J. (2013). The Humanistic Side of Engineering: Considering Social Science and Humanities Dimensions of Engineering in Education and Research. Journal of Pre-College Engineering Education Research, 3(2), 31-42.

Jiménez Becerra, J. A. y Bustamante Salamanca, M. (2006). La controversia en la representación del uso de las NTIC en educación: El caso "Red-P" en Bogotá, Colombia. VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Bogotá: ESOCITE.

Jiménez Becerra, J. A., Bustamante Salamanca, M. y Gutiérrez Pérez, A. A. (2020). Challenging Asymmetries of Power and Knowledge Through Learning Communities and Participatory Design in the Creation of Smart Grids in Wayúu Communities. En C. Martens, C. Venegas y E. S. Tapuy (Eds.), Digital Activism, Community Media, and Sustainable Communication in Latin America (287-310). Palgrave Macmillan. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45394-7>.

Jiménez Becerra, J. A., Guerrero Hernández, J. C. y García Roza, A. (2003). Tecnología y sociedad: El salón de clase como lugar de construcción de la sociedad. La dimensión social de las facultades de ingeniería. Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI).

Jiménez Becerra, J. A. y Rojas-Alvarez, J. (2015). La estrategia del texto argumentativo para una reflexión sobre las relaciones entre Tecnología y Sociedad. En E. Escallón Lagarcha y A. Forero Gómez (Eds.), Aprender a escribir en la universidad (27-34). Ediciones Uniandes.

Jiménez Becerra, J. A. y Rojas-Álvarez, J. (2016). Estrategias de aprendizaje virtual como apoyo al diseño de soluciones tecnológicas en contexto: El caso del curso Tecnología y Sociedad en la U. de los Andes (Colombia). En A. H. Galvis Panqueva, O. Mariño Drews y L. A. Osorio Gómez (Eds.), Innovate 330: Investigando la innovación con TIC en Educación (408-413). Universidad de los Andes. Recuperado de: https://conectate.uniandes.edu.co/contenido/innova-te_330/doc/Innovate-330.pdf.

Jiménez Becerra, J. A. y Rojas-Álvarez, J. (2016). Aportes a la educación en ingeniería desde una reflexión sobre la tecnología y su contexto: Experiencia del área Tecnología

y Sociedad en la U. de los Andes (Colombia). *Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social*, 13(1). Recuperado de: <https://anais.eneds.org.br/index.php/eneds/article/view/412>.

Jiménez Becerra, J. A. y Rojas-Alvarez, J. (2017). Contributions and reflections of the STS studies in the education of engineers in the Colombian case. *7th Research in Engineering Education Symposium*, 1, 79-86. Recuperado de: <https://www.proceedings.com/36539.html>.

Jiménez Becerra, J. A., Rojas-Alvarez, J. y Bustamante Salamanca, M. (2022). Contextualization courses for engineering students based on sociotechnical thinking. *HEAd'22 Proceedings*, 505-512. Recuperado de: <https://doi.org/10.4995/head22.2022.14544>.

Leydens, J. A. y Lucena, J. C. (2017). *Engineering Justice: Transforming Engineering Education and Practice*. John Wiley & Sons.

Lleras, E. (2010). From educating to «pedagogizing». *Polis (Santiago)*, 9(25), 235-242. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-65682010000100013>.

Lleras Manrique, E., Jiménez Becerra, J. A., Bustamante Salamanca, M., Gutiérrez Pérez, Á. A. y Rojas-Álvarez, J. (2016). Vocaciones, política y aprendizaje: Desarrollo económico y tecnológico en el Tintal de Bogotá. *Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social*, 13(1). Recuperado de: <https://anais.eneds.org.br/index.php/eneds/article/view/397>.

283

López Cerezo, J. A. y Verdadero, C. (2003). Introduction: Science, technology and society studies - from the European and American north to the Latin American south. *Technology in Society*, 25(2), 153-170. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(03\)00027-7](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(03)00027-7).

Martín Gordillo, M. (2017). El enfoque CTS en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Recuperado de: <http://formacionib.org/noticias/?El-enfoque-CTS-en-la-ensenanza-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-Por-Mariano-Martin>.

Medina, M. (2001). Ciencia y tecnología como sistemas culturales. En J. A. López Cerezo y J. M. Sánchez Ron (Eds.), *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo* (69-87). Biblioteca Nueva.

Ministério da Educação (2009). *Princípios Norteadores das Engenharias nos Institutos Federais*. Ministério da Educação. Recuperado de: http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=&gid=504&option=com_docman&task=doc_download.

Organización de Estados Iberoamericanos (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una aproximación conceptual*. Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado de: <http://campus-oei.org/ctsi/ctsaprox.htm>.

Osorio Marulanda, C. A. (2008). La formación de ingenieros para la participación pública en Ciencia y Tecnología. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 91-108.

Pacey, A. (2014). *Technology: Practice and Culture*. En R. L. Sandler (Ed.), *Ethics and Emerging Technologies* (27-36). Palgrave Macmillan. Recuperado de: https://doi.org/10.1057/9781137349088_2.

Riley, D. M. (2008). *Engineering and Social Justice*. Morgan & Claypool Publishers.

Schlierf, K. (2010). La enseñanza Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en el entorno universitario politécnico. La metodología de la descripción de controversias en la Escuela de Minas de París. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad — CTS*, 5(15), 73-93. Recuperado de: <http://www.revistacts.net/contenido/numero-15/la-ensenanza-ciencia-tecnologia-y-sociedad-cts-en-el-entorno-universitario-politecnico-la-metodologia-de-la-descripcion-de-controversias-en-la-escuela-de-minas-de-paris/>.

Thomas, H. y Santos, G. M. (2016). Introducción. Tecnologías para incluir: Marco analítico-conceptual. En H. Thomas y G. M. Santos (Eds.), *Tecnologías para incluir. Ocho análisis socio-técnicos orientados al diseño estratégico de artefactos y normativas* (13-48). Lenguaje Claro Editora.

Valderrama Pineda, A., Burbano Valdés, A. E., Escobar Gutiérrez, J. A. y García Roza, A. (2007). STS Problems in Colombia. *Memories of the Annual Meeting of the Society for the Social Studies of Science*.

Valderrama Pineda, A. y Jørgensen, U. (2018). The challenges of teaching sustainable system design. *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*, 2485-2494. DOI: <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0528>.

Vinck, D. (2012). Pensar la técnica. *Universitas Philosophica*, 29(58), 17-37.

Cómo citar este artículo

Jiménez Becerra, J. y Rojas-Alvarez, J. (2022). CTS en la educación en ingeniería: Aportes de la Red de Ingeniería, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 17(51), 265-284. Recuperado de: [inserte URL]