



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

Cartagena de Indias, Colombia
18 al 21 de septiembre de 2018



DESARROLLO DE HABILIDADES PARA LA COMPRESIÓN DEL CONTEXTO SOCIOMATERIAL DE LA INGENIERÍA EN EL MARCO DE UN CURRÍCULO INTEGRADO

Alejandro Herrera Uribe, Alexander Vera Tasamá, Francisco Javier Ibargüen

**Universidad del Quindío
Armenia, Colombia**

Resumen

Los principales enfoques de la última década para la enseñanza de la ingeniería sugieren una visión que integra el desarrollo de habilidades y competencias en los modelos curriculares de los programas académicos. Estos enfoques van desde orientaciones y aspectos disciplinares, pasando por el desarrollo de habilidades personales e interpersonales, hasta la construcción de productos, procesos y sistemas. Los desafíos curriculares que se derivan de este contexto propenden por atender las demandas sociales, culturales, políticas y económicas del medio de influencia o de impacto de la institución universitaria. Así mismo, la demanda de proyección internacional de la profesión establece tendencias globales para el desempeño de los graduados y tiene un impacto significativo en los proyectos educativos.

Este trabajo describe una propuesta de integración y articulación curricular para el desarrollo de las habilidades antes mencionadas, desde la apropiación del contexto sociomaterial de la ingeniería, con base en el marco de referencia CDIO (Concepción, Diseño, Implementación y Operación). Cabe mencionar que CDIO es el marco establecido para desarrollar una nueva visión de la enseñanza de la ingeniería en el mundo. En este sentido, el documento discute un modelo de análisis social de tecnologías, como alternativa estratégica para el enriquecimiento de la propuesta curricular del programa Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío. El modelo en cuestión sugiere la reformulación de los resultados de aprendizaje previstos para el ingeniero en formación y aporta al desarrollo de la Cátedra Multidisciplinar (Enrique et al., n.d.) (Actual Proyecto Cultural) orientado a la formación integral, cuyo carácter multidisciplinar ocupa un lugar en la política académico-curricular unquindiana.

Palabras clave: construcción social; sociomaterialidad; modelo SCOT; ingeniería; formación

Abstract

The main approaches for the teaching of engineering in the last decade suggest an integration of the skills development with the curricular models of the academic programs. These approaches define orientations and disciplinary aspects, through the development of personal and interpersonal skills and construction of products, processes and systems skills. The curricular challenges that derive from this context tend to meet the social, cultural, political and economic demands of the influence of the university institution. Likewise, the demand for international projection of the profession establishes global trends for the performance of graduates and has a significant impact on educational projects.

This paper describes a proposal of integration and curricular articulation for the development of these skills, from the appropriation of the sociomaterial context of engineering, based on the CDIO reference framework (Conception, Design, Implementation and Operation). It is worth mentioning that CDIO is the established framework for developing a new vision of engineering education in the world. This document discusses a model of social analysis of technologies, as a strategic alternative for the enrichment of the curricular proposal of the Electronic Engineering program of the University of Quindío. This model suggests the reformulation of the intended learning outcomes and contributes to the development of a Cultural Project oriented to the integral training. Its multidisciplinary character has a place in the Uniquindian academic-curricular policy.

Keywords: social construction; sociomateriality; SCOT model; engineering; training

1. Introducción

La formación de ingenieros supone grandes retos en relación con el contexto sociomaterial en el que se desenvolverán como profesionales, de cara a las decisiones integrales que deberán tomar frente a problemas complejos de la realidad. En el siguiente artículo se muestra cómo los aspectos materiales, que incluyen la construcción de productos, procesos y sistemas tecnológicos y de ingeniería, así como las condiciones ambientales que rodean este ejercicio, no se encuentran separados de los entornos sociales en los que se producen y a los que afectan, sino que, al contrario, dependen estructuralmente de ellos.

Por esta razón, se hace pertinente conocer las características de ensamblado de lo técnico y lo social, como unidad indisoluble, con el fin de estructurar y poner en práctica una auténtica alineación constructiva en el currículo, que permita responder a las demandas locales y globales a las que se verán abocados los ingenieros e ingenieras y de las que no se escapa la educación misma impulsada desde la universidad, en el marco del CDIO (Concebir, Diseñar y Operar) (Crawley, Malmqvist, Östlund, Brodeur, & Edström, 2014), en tanto referente internacional adaptado al programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío.

Como respuesta a estas exigencias, el análisis social de tecnologías se ofrece como una de las metodologías que debe ser afianzada en este programa académico, transversalizando la formación disciplinar, a través de su implementación en los espacios académicos: Taller de Creatividad e Innovación, Ingeniería y Sociedad, Cátedra Multidisciplinar y Proyecto CDIO. El modelo elegido para llevar a cabo este análisis es el que sugieren (Wiebe E Bijker, Hughes, & Pinch, 1987) bajo la denominación del libro que lo contiene y que le da su nombre: *Social Construction of Technology*.

En los siguientes apartados se mostrará cómo los cinco puntos del modelo conocido como SCOT, por su sigla en inglés, sirven para producir un análisis reflexivo acerca de las fuerzas sociomateriales que interactúan en todo proceso tecnológico y de ingeniería, con el fin de hacer mucho más robusta y pertinente la educación de ingenieros e ingenieras, sobre quienes recae la responsabilidad ética de producir lo mejor con lo disponible, en el contexto de criterios funcionales y socioambientales.

2. Contexto Sociomaterial, Tecnología e Ingeniería

En primer término, con el fin de aportar a la comprensión de una nueva perspectiva para la formación de ingenieros que, como se plantea en este artículo, reconozca en el ensamblado de lo social y lo material-funcional un aspecto esencial para la práctica integral de la profesión, es necesario precisar el sentido de lo que hemos denominado “contexto sociomaterial de la ingeniería”.

Siguiendo a (Cruz Rodriguez, 2014), la sociomaterialidad considera inseparables las dimensiones de lo tecnológico y lo social. En consecuencia, bajo esta visión, se tienden a superar algunos de los más populares modelos lineales y deterministas, característicos de las corrientes tradicionales de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), (Antonio & Díaz, 2006) para los cuales los productos tecnológicos exhiben una dimensión funcional separada de su dimensión social, pese a que no puede negarse la existencia de una conexión de carácter lineal-determinística.

En este sentido (Pérez-Bustos, 2016) se refiere a las aproximaciones socioconstructivistas de Thomas Hughes, quien propone el concepto de sistema sociotécnico (Hughes, 1986) como una configuración en la que ciencia, tecnología y sociedad, están imbricadas, tal como si fueran fundamentalmente la misma cosa. En palabras de Hughes, citado por (Pérez-Bustos, 2016): “el conocimiento científico también es parte de un tejido sin costuras, que incorpora las llamadas dimensiones sociales, políticas e ideológicas al contenido conceptual de la ciencia” (1986, p. 289) (traducción de la autora), tesis que se adapta al concepto de tecnología y a la práctica tecnológica. Atendiendo a la complejidad de las realidades sociotécnicas, en cuya dinámica se ven involucrados grupos sociales, artefactos, tomadores de decisiones y fenómenos de carácter político, entre muchos otros temas, se torna necesario pensar la formación en ingeniería como un sistema de relaciones e interacciones curriculares que pueden dar respuesta, mucho más eficientemente, a estas complejidades, que no son otras que las que definen el ‘mundo real’ de la ingeniería. Ahora bien, según (Langdon Winner, 1985) las máquinas, estructuras y sistemas de nuestra moderna cultura material deben ser considerados más allá de sus contribuciones a la eficacia y la

productividad, o más allá de sus efectos ambientales, estimulando con ello un análisis mucho más completo y dinámico de los productos de la ingeniería (de la misma tecnología) y las múltiples fuerzas que actúan en su construcción y su transformación.

Se propone seguir el argumento que dice, más allá de la mirada tradicional, que los actores y los objetos se comportan como “entidades autocontenidas que se afectan unas a otras” (Cruz Rodríguez, 2014). En este sentido, la sociomaterialidad pone atención en las agencias de los actores que están completamente saturadas unas con otras, donde las fronteras que antes se daban por sentado ahora están disueltas (Orlikowski & Scott, 2008). Así, la sociomaterialidad pasa de referirse a cómo la tecnología influencia a los humanos, para pasar a determinar cómo la materialidad y lo social son intrínsecos a las actividades y relaciones cotidianas.

En este marco referencial, es pertinente hacer mención del paradigma de los estudios sociales de ciencia y tecnología, particularmente en lo correspondiente al modelo de construcción social de las tecnologías. En términos de (W E Bijker, Hughes, & Pinch, 1987) las tecnologías (y los productos de la ingeniería) no evolucionan, en oposición a (Basalla, 2011), ya que no se rigen por algo semejante a principios intrínsecos de progreso. Es decir, que no llegan a ser (tecnología y/o ingeniería) por obra de la supuesta genialidad heroica de inventores, científicos y/o ingenieros, sino que cambia, en orden a múltiples influencias e intereses sociopolíticos y sociomateriales.

Cabe anotar que uno de los modelos más relevantes en el marco de esta visión constructivista, corresponde al modelo SCOT (Social Construction of Technology) (W E Bijker et al., 1987), que surge de la asociación de un grupo de autores procedentes de disciplinas diversas, entre otras múltiples influencias cultivadas en el contexto de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, quienes van a contracorriente frente a conceptos y prácticas vinculadas a una supuesta “objetividad tecnocientífica”, (L Winner, 1989)

Los estudios iniciales sobre tecnología, desde la óptica del constructivismo social, surgieron del interés de analizar y eventualmente mitigar los impactos negativos de la introducción de nuevas tecnologías en la sociedad y el ambiente, hechos que rodearon, una década atrás, en 1972, la constitución de la primera agencia gubernamental estadounidense dedicada a este propósito, la *Office of Technology Assessment* (OTA), cuya creación fue un reflejo de la acción de movimientos activistas centrados en la preocupación por el medio ambiente y los derechos de la ciudadanía. Dado que este modelo terminó derivando hacia una ineficaz forma de control, surgió una creciente necesidad de analizar las interacciones sociales de los agentes intervinientes en los procesos tecnológicos a toda escala.

“Abrir la caja negra” (W E Bijker et al., 1987) de los sistemas, procesos y dispositivos tecnológicos, pero, sobre todo, de las relaciones sociales que los hacen posibles, es el propósito de las tendencias constructivistas que buscan desentrañar, desde la sociología de la tecnología, las razones por las cuales se introducen determinados cambios, los cuales no pocas veces son ‘regresivos’ frente a los ideales funcionales, y que si se rastrean, formulando las preguntas indicadas, arrojarían luz sobre cómo funciona esta particular dinámica.

El problema de las interpretaciones de corte objetivista en la ciencia y/o funcionalista en el caso del movimiento tecnológico, es que descuidan justamente eso, que la tecnología y la ciencia se producen al interior de esas mismas sociedades y en sus respectivos contextos culturales, económicos y políticos, con sus problemas, características peculiares, prejuicios, creencias e intereses, y no desde un cuerpo perfecto de conocimiento.

El modelo SCOT (*Social Construction of Technology*) es una manera de comprender la tecnología como producto (dinámica) social, que se pone al servicio de la formación de ingenieros electrónicos en el marco del modelo CDIO, adaptado a las necesidades de formación de la Universidad del Quindío.

3. Currículo Integrado en Ingeniería

El CDIO está regido por 12 estándares que permiten tener una medida del logro de la implementación del CDIO es un programa académico. Existen algunos estándares de obligatorio cumplimiento, entre los que se encuentra el estándar tres (Currículo Integrado) (Crawley, Malmqvist, Östlund, Brodeur, & Edström, 2014). Este estándar establece las condiciones necesarias para el diseño curricular, que en el caso del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío se inició con una reflexión en el año 2007 que no solo se enfocó en el estudiante que queremos, sino que amplió su alcance al ser humano que queremos. Un aspecto particular fue la reflexión sobre la contribución y el papel del Ingeniero en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad en la que está inmerso, lo que se ve reflejado en la visión del Programa y en el enfoque pedagógico Socio-Cognitivo Experiencial adoptado por la Universidad.

Según (Crawley et al., 2014), el currículo integrado está diseñado para que se soporten mutuamente los cursos disciplinares con un plan explícito para integrar las destrezas personales, profesionales y de construcción de productos, procesos y sistemas.

3.1 Caso Ingeniería Electrónica Universidad del Quindío

El programa Ingeniería Electrónica propone el diseño experiencias de aprendizaje a lo largo de su plan de estudios, avaladas por el claustro de profesores y que procuran favorecer la adquisición por parte de los estudiantes de destrezas personales e interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas; junto con el conocimiento disciplinar necesario para generar competencia en su aplicación profesional.

Una malla curricular basada en asignaturas que se soportan mutuamente debe ser coherente entre los resultados de aprendizaje de las asignaturas, las áreas y el programa. El plan se ejecuta integrando las destrezas en los resultados de aprendizaje del programa hacia las áreas y las asignaturas junto con las actividades co-curriculares. Existen espacios académicos específicos como: Introducción a la ingeniería, taller de creatividad, los cursos de la línea de diseño y los proyectos CDIO; que permiten distribuir adecuadamente el tiempo necesario para la correcta formación de las destrezas requeridas.

La propuesta curricular del programa Ingeniería Electrónica se encuentra actualmente aprobada y en proceso de implementación.

4. Propuesta Curricular para Apropiación del Contexto

La descripción de los perfiles profesionales y ocupacionales en la ingeniería electrónica contempla, en la mayoría de los casos, la producción de artefactos, procesos y sistemas aplicados a la solución de problemas. Con base en esta premisa, es posible afirmar que desde el ejercicio profesional de la ingeniería electrónica se producen y se utilizan tecnologías para solucionar problemas del entorno de manera sostenible. En consecuencia, es imperativo precisar el concepto “entorno” e interpretarlo como el contexto socioambiental en el que se desarrollan sus productos.

La propuesta curricular del programa Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío plantea una conexión transversal con el entorno, que debe ser explícita desde la misión y la visión del programa académico y con un alto grado de correspondencia con las establecidas a nivel institucional. El documento de la misión y visión institucional enuncia la vocación de transformación social a través de procesos creativos e integradores, lo cual implica una relación permanente entre el entorno y el currículo, acompañada de una práctica constante de análisis de tipo social. En este sentido el análisis social de tecnologías está conectado con los propósitos misionales.

Como se ilustra en la Figura 1, los perfiles profesional y ocupacional se definen en función de los aspectos misionales y visionales, así como de la reflexión del ‘ser humano’ integral que se espera como graduado y que se establece como punto de partida en la aplicación del principio de alineación constructiva (Biggs and C, 2011).

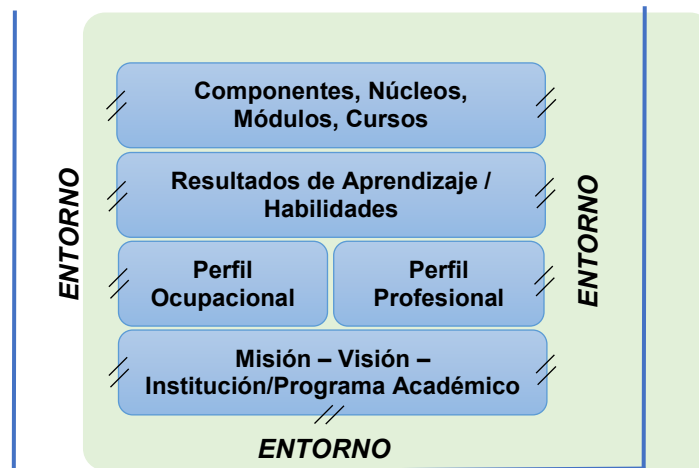


Figura 1. Entorno, Alineación Constructiva y Currículo

A la luz de los perfiles de los graduados, se formulan los resultados de aprendizaje previstos para los ingenieros en formación del programa académico. Estos resultados permiten proyectar las habilidades y competencias específicas que se deben desarrollar a lo largo del plan de estudios, vinculando dimensiones tanto personales como interpersonales y de diseño-implementación. Cabe

resaltar que, el sílabo CDIO define entre estas últimas a aquellas habilidades orientadas al reconocimiento del contexto externo, social y ambiental para la formación de su responsabilidad ante la sociedad.

El propósito es que el ingeniero en formación configure una mirada crítica, con alto contenido socioambiental, a la hora de acercarse a las tecnologías, construyendo a través del aprendizaje activo y experiencial, del diálogo y el trabajo en equipo, una idea clara del contexto en el que ésta se produce y en el que se implantará, poniendo en práctica el análisis, incluso desde el momento mismo de la concepción, tanto de los problemas como de las soluciones, hasta llegar a la implementación y la operación de las más viables, pasando por las diferentes fases de diseño. Esto involucra al análisis social de tecnologías como un elemento clave en el levantamiento de requerimientos de diseño de productos, de acuerdo con las necesidades del cliente en un entorno determinado, y en la construcción de protocolos de uso que definen la interacción de tales productos con los usuarios potenciales.

En particular, para el plan de estudios del programa Ingeniería Electrónica estos aspectos formativos trascienden desde el compromiso social adquirido en su misión y visión hacia un nivel objetivo explícito en los resultados de aprendizaje previstos, especialmente en el núcleo curricular denominado “Núcleo CDIO”, conformado por espacios académicos orientados a la formación del pensamiento creativo, del diseño, de la implementación y de la operación como elementos fundamentales para la construcción de productos, procesos y sistemas que impactan en un entorno. Sin embargo, para aprovechar la multidisciplinariedad del contexto que define este entorno, hay un trabajo formativo propuesto también desde espacios académicos como “Ingeniería y Sociedad” para la dirección de actividades alineadas constructivamente con los resultados de aprendizaje orientados al análisis social de tecnologías. Así mismo, el Proyecto Cultural de la Facultad de Ingeniería se abre como un espacio co-curricular en el que convergen actividades de formación integral con la participación voluntaria de profesores y estudiantes alrededor de temas relevantes del entorno.

4.1 Propuesta de Integración en el Aula

Desde el comienzo de la aplicación del modelo como experiencia de aprendizaje, los estudiantes de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Quindío, han desarrollado, cada vez con mayores elementos de juicio, sus propios análisis de productos, sistemas y procesos que incluyen, bombillas eléctricas, tarjetas digitales, memorias USB, instrumentos musicales, dispositivos móviles, automotores, dispositivos electrónicos aplicados a la medicina, Internet de las cosas (IoT), sistemas analógicos de reproducción de sonido, entre muchos otros artefactos y procesos.

Se trata de formar ingenieros capaces de tomar decisiones en contexto, leyendo e interpretando los comportamientos sociales ligados a la producción, uso y obsolescencia de tecnologías. Para lo cual se han introducido estudios de caso particulares a los que se les hace un rastreo según los cinco puntos extraídos de la propuesta general de (Wiebe E Bijker et al., 1987).

Una de las alternativas de aplicación de un modelo de construcción social de tecnologías es implementar en los espacios académicos de Ingeniería y Sociedad y en el taller de Creatividad e

Innovación, el análisis de sistemas tecnológicos de diversa índole, que a su vez indiquen los aspectos esenciales para rastrear las interacciones que dinamizan el cambio, la vigencia, los conflictos y la obsolescencia de productos, sistemas y procesos tecnológicos.

De acuerdo con el modelo curricular propuesto, los resultados de aprendizaje esperados de los ingenieros en formación con la aplicación de un modelo de construcción social de tecnologías en los espacios académicos “Taller de Creatividad e Innovación” (Primer semestre), “Ingeniería y Sociedad” (Séptimo semestre) y la “Cátedra Multidisciplinar”, se resumen a continuación:

- Describir los factores del cambio tecnológico involucrados en la construcción de productos, procesos y sistemas, bajo el modelo de análisis social de tecnologías.
- Aplicar un modelo de análisis social de tecnologías a dispositivos, sistemas y productos de todo tipo.
- Describir críticamente el concepto de progreso, desde las diferentes dinámicas sociales que intervienen en la producción de tecnologías.
- Diferenciar procesos evolutivos biológicos (determinismo) frente a las dinámicas sociales de cambio tecnológico (constructivismo).
- Describir realidades sociomateriales y tecnologías locales vinculadas con la cultura y el territorio
- Reconocer el valor de la innovación social en la construcción de una cultura de la paz y el desarrollo sostenible

Para desarrollar las habilidades definidas desde los resultados de aprendizaje previstos, se plantea la siguiente secuencia metodológica para la aplicación del modelo de análisis social de tecnologías en el aula de clase:

1. Introducción: Describir desde el constructivismo crítico, la relación Ciencia Básica, Ciencias Aplicadas, Tecnología, Ingeniería y Tecnociencia, en clave social.
2. Ciencia y tecnología como construcciones sociales más allá de la verdad y la funcionalidad
3. Seleccionar productos, procesos o sistemas por parte de equipos de trabajo para su exposición. (Ejercicio práctico de carácter sociocognitivo-experiencial).
4. Describir una línea de tiempo, por equipos, con cinco productos, procesos o sistemas.
5. Decidir colectivamente sobre la elección de un producto, sistema o proceso, como estudio de caso para cada equipo de trabajo.
6. Planteamiento crítico, discusión pública y desconstrucción de los conceptos de progreso, determinismo y evolucionismo tecnológico, con ejemplos concretos, históricos y/o sincrónicos.
7. Apropiación del concepto de simetría: no solo las tecnologías exitosas serán objeto de análisis. Toda técnica, tecnología, proceso o sistema, por simple o complejo que parezca merece ser analizado bajo SCOT. No hay jerarquías tecnológicas.
8. Apropiación del modelo sistémico de análisis social de tecnologías (SCOT)
9. Aplicación y defensa pública, con ejemplos de caso concretos, de los cinco puntos del modelo SCOT

La siguiente es la descripción de la aplicación del modelo SCOT en el aula, para el espacio académico Ingeniería y Sociedad, que será transversalizado progresivamente a otras instancias curriculares como los llamados "Proyectos CDIO".

Inicialmente, y luego de realizar las respectivas lecturas que fundamentan teóricamente el modelo, se desarrollan, en equipos de trabajo, presentaciones y discusiones en torno a sistemas, productos, dispositivos y procesos tecnológicos, elegidos por los propios estudiantes, tomando como base los cinco puntos propuestos en la metodología (Sierra, 2015).

Los siguientes son los aspectos cruciales SCOT adaptados a este curso de formación de ingenieros:

- **Determinación de los Grupos sociales relevantes (GSR)**

A través de interacciones, preguntas y respuestas, se definen grupos que atribuyan un significado unánime a un artefacto, sistema o proceso, intentando incluir el mayor número de actores sociales intervinientes, determinando sus intereses, motivaciones y contextos.

- **Flexibilidad interpretativa**

Se discuten participativamente los significados diversos que pueden ser atribuidos a un producto, sistema o proceso, (sincrónica o diacrónicamente) en función de ideas, valores e intereses divergentes, otorgados por diferentes GSR. A diferencia del modelo SCOT original aquí se integran tanto las interpretaciones de los GSR como las modificaciones funcionales en los dispositivos, como resultado de procesos de innovación.

- **Problemas y soluciones**

Esta fase del análisis, conectada con la flexibilidad interpretativa, se expresa a través de problemas sociotécnicos que son el resultado de las tensiones entre los diferentes GSR, en relación con artefactos, sistemas y/o procesos.

- **Mecanismos de clausura o cierre de controversias**

Esta fase del análisis permite establecer cómo se logran productos tecnológicos "estables" que reflejen una relativa superación de las tensiones entre los grupos relevantes, a partir de acuerdos, más o menos tácitos, que se puedan haber establecido entre ellos. Estos procesos tienen lugar, en el momento en que los desarrollos tecnológicos toman una forma que satisface suficientemente a los distintos GSR.

- **Grados de estabilización y estructuras tecnológicas dinámicas**

Después del cierre de las controversias de los GSR, a partir de la solución de problemas y establecimiento de mecanismos sociotécnicos de cierre, las tecnologías tienden a generar en torno a sí, estructuras tecnológicas no totalmente definitivas, aunque sí lo suficientemente estables, en contextos sociotécnicos dinámicos.

5. Conclusión

La adaptación del modelo SCOT para el análisis social de tecnologías, aplicado a la formación integral de ingenieros electrónicos, constituye una herramienta robusta y flexible para introducir variables críticas que no solo atiendan a cuestiones funcionales del diseño, implementación y operación de productos, sistemas y procesos, sino que expliquen sus causas y consecuencias en el ámbito sociotécnico (especialmente en las fases de concepción y operación). La construcción colectiva de un panorama holístico, que muestre didácticamente las razones y las implicaciones del cambio tecnológico, es una herramienta de gran ayuda cuando se trata de generar las soluciones localizadas, sustentables y en contexto, que demanda el ejercicio profesional responsable e incluyente.

Si se aceptan los postulados constructivistas del análisis social de tecnologías, el resultado es la adopción de una herramienta robusta para auscultar las fuerzas sociomateriales que impulsan el cambio tecnológico. Así las cosas, el modelo SCOT, asumido como una metodología de análisis social de tecnologías, constituye un instrumento útil para ser aplicado en las diferentes fases de concepción, diseño, implementación y operación (CDIO) de productos, procesos y sistemas basados en tecnología, en tanto permite esclarecer aspectos de la complejidad que implica producir e introducir soluciones de ingeniería en un ámbito socio-técnico.

Finalmente, el ensamblado sociomaterial ofrece alternativas para una nueva interpretación del modelo SCOT y su adaptación a la formación de ingenieros, vinculando los cinco puntos del mismo con la doble condición de lo social y lo funcional, algo que supera de algún modo el análisis estrictamente sociológico dando paso a un análisis socio-funcional de productos procesos y sistemas.

6. Referencias

- Antonio, J., & Díaz, A. (2006). ¿ Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS? (1). *Technology*, (1), 1–7
- Antonio, J., Díaz, A. (2006). ¿ Qué puede apo.
- Basalla, G. (2011). *La evolución de la tecnología*. book, Editorial Crítica.
- Biggs and C, T. J. (2011). *Teaching for quality learning at university. Teaching for quality learning at university*.
- Bijker, W. E., Hughes, T. P., & Pinch, T. J. (1987). *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. book, MIT Press.
- Bijker, W. E., Hughes, T. P., & Pinch, T. J. (1987). *The Social Construction of Technological Systems. The Social Construction of Technological Systems (Vol. 1)*. <https://doi.org/10.1177/030631289019001010>
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R., & Edström, K. (2014). *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. Springer Science & Business Media. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=Qo-4BAAQBAJ&pgis=1>
- Cruz Rodriguez, D. S. (2014). Sociomaterialidad y organización: Bases sobre una ontología relacional de la tecnología. *Gestión y Estrategia*, (45), 133–140.
- Enrique, C., Vélez, M., Eastman, G., Martha, D., Oliveros, S. De, Patricio, C., ... Anzola,

- C. (n.d.). Consejo Superior.
- Hughes, T. P. (1986). The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. *Social Studies of Science*, 16(2), 281–292. <https://doi.org/10.1177/0306312786016002004>
 - Orlikowski, W. J., & Scott, S. V. (2008). 10 Sociomateriality: Challenging the Separation of Technology, Work and Organization. *Academy of Management Annals*, 2(1), 433–474. <https://doi.org/10.5465/19416520802211644>
 - Pérez-Bustos, T. (2016). El tejido como conocimiento, el conocimiento como tejido: reflexiones feministas en torno a la agencia de las materialidades. *Revista Colombiana de Sociología*, 39(2), 163–182. <https://doi.org/10.15446/rcs.v39n2.58970>
 - Sierra, J. E. (2015). Estudios CTS. Estudios de Ciencia Tecnología y Sociedad. Universidad de Alicante.
 - Winner, L. (1985). ¿Tienen política los artefactos? Langdon Winner, (1983).
 - Winner, L. (1989). *Science, Technology and the theory of Progress*. (S.L. Goldman, Ed.).

Sobre los autores

- **Alejandro Herrera Uribe:** Licenciado en Filosofía y Letras, Candidato a Máster en Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Profesor Tiempo Completo facultad Ingeniería, Universidad del Quindío. alejandroherrera@uniquindio.edu.co
- **Alexander Vera Tasamá:** Ingeniero Electrónico, Especialista en Radiocomunicaciones, Doctor en Ingeniería. Profesor Asistente de la Universidad del Quindío. avera@uniquindio.edu.co
- **Francisco Javier Iburgüen Ocampo:** Ingeniero Electricista, Magister en Automática. Profesor Asistente de la Universidad del Quindío. fjibarguen@uniquindio.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)