

# La Formación de Ingenieros Para la Participación Pública en Ciencia y Tecnología

**CARLOS AUGUSTO OSORIO MARULANDA**

*Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística, Universidad del Valle, Cali, Colombia (carosori@univalle.edu.co)*

**Resumo.** A educação sob o enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade, permite abordar a formação de engenheiros para a participação pública em questões tecno-científicas. No presente artigo veremos os traços gerais de um processo de formação deste tipo, com estudantes de engenharia da Universidad del Valle, em Cali, Colômbia. Aprender a respeito da participação pública em ciência e tecnologia contribui para forjar profissionais melhor preparados para os diversos desafios do mundo contemporâneo.

**Abstract.** The education under the approach in Science, Technology and Society, allows tackling the engineers' training for the public participation in techno-scientific issues. In the present article we are going to see the general features of a process of training like this, with Engineering's students of Universidad del Valle, in Cali, Colombia. Learning about the public participation in science and technology, contributes to the creation of best-trained professionals for the several challenges of the contemporary world.

**Palabras-chave:** educação CTS, alfabetização científica e tecnológica, participação pública em ciencia e tecnología

**Key words:** STS education, scientific and technological literacy, public participation in science and technology

## Introducción

La ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en los factores de mayor importancia para la productividad, la comunicación humana, la salud y el medio ambiente, entre otros aspectos. La gran mayoría de las actividades humanas tiene una relación directa con el desarrollo de estos tres tipos de saber, en donde las sociedades con sus mecanismos de regulación, evaluación y control de las actividades tecno-científicas, participan del curso de dicho desarrollo.

Uno de los mecanismos más importantes para la regulación de la ciencia y la tecnología tiene que ver con la participación de las personas. La participación pública reconoce, que frente al desarrollo científico-tecnológico, es necesario de que las personas puedan participar en él, de tal forma que las decisiones que se tomen respecto del curso de dicho desarrollo no sean de potestad exclusiva de los expertos.

Cuando las decisiones recaen únicamente en los expertos, estamos considerando que la experticia es una especie de atributo que sólo compete a un conjunto de personas que tienen un conocimiento especializado y que por tanto sus decisiones, al estar basadas en dicho conocimiento, contienen la mayor objetividad y aseguran, por consiguiente, la mejor distribución respecto de los beneficios del desarrollo científico-tecnológico.

Sin embargo el reconocimiento sobre la naturaleza de los expertos ha venido siendo objeto de cuestionamiento, especialmente porque los problemas en ciencia y tecnología acarrearán situaciones

valorativas controvertidas en donde las decisiones pueden traer consecuencias irreversibles para amplias capas de la sociedad, incluso a nivel planetario, como lo señala el lenguaje del riesgo (BECK, 1998). En este sentido, se habla de experticia distribuida para darle cabida a sujetos que en principio no responden al calificativo de expertos tradicionales, se trata de las comunidades de personas que pueden tener un conocimiento importante frente a una determinada intervención ambiental o tecnológica (CREASE Y SELINGER, 2005). Esta idea de experticia distribuida permite considerar que la "interferencia externa" de los no-expertos, no solamente no es un obstáculo para el desarrollo tecnológico, sino más bien constituye una necesidad, una vez tenida en consideración el crucial componente social de cualquier forma de desarrollo tecnológico. La participación de las personas no-expertas significa reconocer que la experticia también compete a los aspectos valorativos.

Los estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad han venido cuestionando, desde hace más de 30 años, esta disociación entre lo cognoscitivo y lo valorativo, al señalar que los solos expertos están sesgados por sus propios intereses, y al reconocer los factores no-epistémicos (expectativas profesionales, presiones económicas, disponibilidades técnico-instrumentales, convicciones y valores personales, etc.), para resolver problemas y conflictos de origen científico-tecnológico, teniendo en cuenta una flexibilidad interpretativa y una valoración sobre la complejidad de los procesos (GONZÁLEZ *et al*, 1996)<sup>1</sup>.

Una vez hemos llegado a este reconocimiento sobre la importancia de la participación de los no-expertos en el curso del desarrollo científico-tecnológico, nos surgen dos preguntas principales que recorren el presente trabajo, estas son: ¿cómo se debe formar a los ciudadanos para que aprendan a participar en las decisiones tecno-científicas?; y en segundo lugar, ¿cómo se forman los expertos y en particular los futuros científicos e ingenieros, de tal manera que dentro de sus prácticas profesionales e investigativas reconozcan la importancia y el papel de la participación pública en ciencia y tecnología?

En este trabajo nos proponemos abordar únicamente la segunda de estas preguntas, referida especialmente al ámbito de la formación de los futuros ingenieros, es decir, de los estudiantes de las facultades de ingeniería, con base en una experiencia puntual llevada a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, en Cali, Colombia. En esta Universidad se ha venido implementando desde hace varios años un curso en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Este curso parte

---

<sup>1</sup> La flexibilidad interpretativa consiste en que los científicos obtienen diferentes interpretaciones sobre un mismo hecho o sobre la naturaleza; este principio puede ser extendido a los artefactos tecnológicos, no solamente en su interpretación sino en su diseño (PINCH y BIJKER, 1987).

de un supuesto y es que los ingenieros pueden encontrar elementos importantes para aprender a participar en el desarrollo científico-tecnológico, si se sensibilizan con la teoría de la participación pública. Para ello hemos venido trabajando con una unidad de análisis: los sistemas tecnológicos. La teoría sobre los sistemas tecnológicos permite abrir diversas perspectivas para que los ingenieros reconozcan los aspectos que tienen que ver con la vinculación de las comunidades no-expertas a las decisiones tecno-científicas contemporáneas.

A continuación veremos en este trabajo, en primer lugar, el concepto de participación pública en cuestiones tecno-científicas. Seguidamente haremos una breve referencia al tema de la educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad, para concentrarnos en el tipo de didácticas que hemos llevado a cabo.

### **1. La participación pública en las decisiones tecno-científicas**

Renn *et al.* (1995: 2) se refieren a la participación pública en temas de ciencia y tecnología, en términos de espacios de debate organizados con el propósito de facilitar la comunicación entre el gobierno, los ciudadanos, los implicados y grupos de interés, con el fin de intercambiar y negociar con respecto a una decisión específica o problema. Se entiende que la participación pública involucra grupos heterogéneos y que dicha definición puede excluir actividades como la protesta, el trabajo de los expertos y el de los funcionarios de los gobiernos.

La participación pública incluye las audiencias públicas, las reuniones públicas, los grupos focales, las encuestas, los comités asesores de ciudadanos, los referendos, la negociación, entre otros modelos. Tales modelos definen diversos formatos de participación que pueden ser implementados en una variedad de contextos y problemas, el modelo representa la forma institucional específica de la participación pública.

El término “participación pública” encierra cierta complejidad debido a que con frecuencia se lo relaciona con la consulta pública y con la comunicación pública. A esta dificultad se suman otras, en función de los mecanismos de participación, en función de los instrumentos, las técnicas, los métodos y herramientas, entre otros aspectos. Rowe y Frewer (2005), al revisar estos conceptos proponen una distinción teniendo en cuenta el flujo de información, el cual iría de la siguiente forma: i) comunicación pública: la información va desde los patrocinadores a la representación del público; ii) consulta pública: en este caso el flujo de información va desde el público representativo al patrocinador; iii) participación pública: en este caso el flujo de información se presenta en ambas vías, tanto del patrocinador como de la representación del público. Este último mecanismo demanda

un intercambio amplio de información, representa un mecanismo mucho más comprometido en tanto el acto de dialogar contribuye a la negociación para transformar opiniones de los miembros de ambas partes.

El tema de la participación pública, desde sus orígenes, ha estado muy relacionado con la amenaza sobre el alto riesgo, las desigualdades asociadas con tecnologías de gran escala, el potencial deterioro global medio ambiental y el incremento del valor marginal de los productos económicos tradicionales. En particular, reconocer la participación pública en el tema del riesgo implica reconocer que todas las cuestiones de la ciencia y la tecnología tienen riesgo, en donde habría que prever su seguridad (pese a que siempre exista un remanente de riesgo), así como las recomendaciones del caso (LÓPEZ y LUJAN, 2000).

Webler y Renn (1995: 18) consideran que si bien hay movimientos sociales de participación pública que encierran alguna preocupación por la ciencia y la tecnología desde comienzos del siglo XX en los Estados Unidos, estos movimientos sociales no fueron efectivos sino hasta los movimientos ecologistas de los años 60 en adelante. Este hecho coincide con el surgimiento de las agencias administrativas norteamericanas vinculadas con el medio ambiente, la salud y la evaluación de tecnologías, a saber: *Environmental Protection Agency* –EPA- en 1969, *Occupational Safety and Health Administration* -OSHA- fundada en 1970, y la *Office of Technology Assessment* –OTA- en 1972.

También en Europa los grupos ecologistas se convirtieron en las nuevas fuerzas políticas, especialmente en Alemania, Suiza, Dinamarca, Holanda y otros países de Europa Central. Con estos grupos surgieron nuevos métodos de acción política, tales como demostraciones, bloqueos, protestas no violentas, bloqueos a la construcción de proyectos ambientalmente controvertidos (e. g. plantas de energía nuclear, entre otros).

De todo este proceso se han podido obtener diversas oportunidades de participación directa de los ciudadanos en las decisiones de los gobiernos, tanto en Europa como en Estados Unidos. Europa tiene un mayor recorrido en probar nuevos métodos de participación pública que incluyen cuestiones de formación de los ciudadanos. Algunas de las innovaciones europeas en participación han sido importadas en los Estados Unidos, por ejemplo los “congresos de consenso” (a pesar de que sus orígenes se remontan a la propia nación americana), también los “grupos focales”; con ellos se busca dar mayor nivel de participación a los ciudadanos en decisiones relacionadas con la ciencia y la tecnología. Mientras que en los Estados Unidos, en donde las protestas y los movimientos sociales han sido muy fuertes, las innovaciones en participación se han concentrado en la resolución de

problemas inmediatos. Métodos alternativos de resolución de conflictos, como la “gestión negociada”, la “mediación” y los “paneles de ciudadanos”, más consistentes con los procesos regulatorios de conflictos en América, han sido posteriormente introducidos en Europa (WEBLER y RENN, 1995: 19).

La participación pública en cuestiones tecno-científicas puede responder a diferentes tipos de intereses. Daniel Fiorino (1990) identifica tres argumentos que legitiman dicha participación, a saber: i) el argumento instrumental, que consiste en que la participación disminuye la resistencia de las personas que resultan afectadas por una tecnología, hay que dar a estas personas la posibilidad de participar; ii) el argumento sustantivo, en donde se considera que los no-expertos pueden llegar a pronunciar juicios tan válidos y razonables como los expertos acerca del desarrollo científico-tecnológico y de sus usos en contextos prácticos; iii) y en tercer lugar, el argumento normativo para la participación, entendido como una teoría de la participación democrática: una sociedad sólo puede ser democrática si los diferentes grupos sociales pueden influir en el desarrollo tecnológico, con ello se buscaría una mayor justicia social mediante una distribución más justa de los problemas y riesgos producidos por la ciencia y la tecnología.

Hoy en día hay una literatura muy amplia que sigue de cerca estos procesos de participación pública en ciencia y tecnología, y que registra las experiencias internacionales, los modelos de evaluación, las dificultades que encierra la participación, las resistencias a la misma, entre otros aspectos.

Algunos de los modelos de participación presentan un mayor interés en nuestro proceso de formación de ingenieros, en tal sentido veremos los rasgos más básicos con relación a los tipos de actores, mecanismos y tipos de resultados, teniendo en cuenta el resumen de modelos de participación pública que presenta López y González (2002):

***Audiencia Pública:*** son ciudadanos interesados, y especialmente expertos y políticos que intervienen en un foro público para dar su opinión respecto de un programa o plan. El foro puede durar varias semanas o incluso meses, las opiniones emitidas no necesariamente terminan en acciones vinculantes;

***Gestión Negociada:*** comisión de trabajo de representantes de grupos de interés y de la institución convocante, para abordar cuestiones de regulación relacionadas con la ciencia y la tecnología. Con la gestión se espera lograr un consenso que pueda ser vinculante con el proceso en cuestión;

**Congresos de Consenso:** parten de la misma idea de los paneles de ciudadanos, originaria de los EE.UU.; un congreso de consenso consiste en una indagación pública centrada en un grupo de 10 a 16 ciudadanos que, organizados a modo de jurado y debidamente asesorados por expertos, se encargan de evaluar una cuestión socialmente controvertida relacionada con la ciencia o la tecnología. Al final se produce un informe y en ocasiones una convocatoria pública;

**Panel Ciudadano:** generalmente incluye de 12 a 20 miembros del público representativos de la población local, los cuales son convocados a reuniones de varios días. Los paneles siguen el modelo del jurado, con asesoría de peritos convocados. Las reuniones normalmente no son abiertas, se elabora un informe final con conclusiones y con convocatoria de una conferencia de prensa;

**Foro de Debate:** una comunidad virtual de ciudadanos interactúa en red sobre algún tema relacionado con la ciencia o la tecnología. Es habitual conceder libertad en la concreción del tema y en las reglas del debate;

**Grupos de Discusión (focus group):** pequeño grupo (5 a 12 miembros) que representa al público; es una modalidad usada para evaluar opiniones y actitudes. La discusión es libre sobre un tema, con una mínima intervención de un moderador;

**Mediación:** un reducido número de representantes implicados participan en coordinación con un mediador independiente; se usa para llegar a una solución negociada y no administrativa o judicial;

**Oficina de Evaluación de Tecnologías:** grupos de expertos dan información al parlamento sobre impactos probables de diferentes alternativas de desarrollo tecnológico;

**Evaluación Constructiva de Tecnologías:** grupos de ciudadanos e interesados que colaboran con expertos en el asesoramiento de la institución convocante en materia de ciencia y tecnología. Se realiza por medio de conferencias en donde se permite la participación de actores sociales del entorno, en el proceso evaluativo de tecnologías emergentes;

**Boutique de Ciencia (science shop):** mecanismo abierto al colectivo de ciudadanos de una comunidad. Consiste en un asesoramiento puntual de las universidades, para aquellos agentes sociales que sin recurso propio requieren conocimiento experto para involucrarse en un debate o actuación de ciencia y tecnología;

**Comunidad de Pares Ampliada (extended peer review):** se trata de público interesado o afectado

por proyectos de ciencia y tecnología, que puede influir con su crítica en la elección de problemas o

evaluación de soluciones, tanto como en las opciones de políticas públicas<sup>2</sup>;

**Agendas de Ciencia y Tecnología:** agentes sociales involucrados en ámbitos gubernamentales, invitados a colaborar en la identificación de problemas prioritarios y en la formulación de estrategias de acción relacionadas con la ciencia y tecnología;

**Forum de Ciencia y Tecnología:** se consulta a todos los segmentos sociales implicados en un proceso de innovación, para tratar de encontrar una forma de resolver algún problema social o económico. Se propicia la socialización de la generación de variación, propia de un proceso de innovación;

Todos estos modelos de participación pueden darse en diferentes campos de acción, algunos más relacionados con temas de la salud (como la Comunidad de Pares Ampliada); otros con la identificación de prioridades y la identificación de políticas (como en el caso de las Agendas); otros con ciertas cuestiones de riesgo vinculadas a problemas del transporte, la alimentación, los productos biotecnológicos o el tema energético (como los Congresos de Consenso, Oficinas de Evaluación de Tecnologías, la Mediación, entre otros).

No hay una receta única para el reto de la participación en temas de ciencia y tecnología. Algunos modelos tienen un carácter más representativo, otros son más efectivos sobre la toma real de decisiones, ciertos modelos son mejores para el debate público, otros propician una participación más igualitaria de legos respecto a expertos y autoridades, y aun otros hacen posible un involucramiento menos reactivo del público participante (MARTÍN, LÓPEZ, OSORIO, 2000)<sup>3</sup>.

### ***¿Quiénes pueden participar?***

La participación pública implica una cantidad equivalente de participantes con sus significados y una orientación enfocada a resolver problemas de forma consensuada (RENN *et al.*, 1995). Los

---

<sup>2</sup> Por el contrario, la comunidad de pares desde la perspectiva centrada en los expertos permite a los científicos hacer recomendaciones en una zona privilegiada. Se crea la expectativa de que se observarán los principios de comportamiento ético y justo, incrustados en una cultura profesional. Al proceso de la revisión de pares, como a los procedimientos, los criterios, las escalas de clasificación, se le reconoce como transparente por estar encargado de rendir cuentas, aunque sus criterios sean raramente debatidos (CHUBIN y HACKETT, 2005).

<sup>3</sup> Señalan Rowe y Frewer (2005), que en relación a los mecanismos de involucramiento público han sido descritas muchas técnicas. Al respecto señalan alrededor de 100 ejemplos, los cuales pueden ser similares en diversos países aunque con diferentes nombres. Para evaluar tan basta tipología hacen uso del concepto de efectividad, el cual alude a dos conceptos fundamentales: a la imparcialidad del mecanismo y a la competencia o eficiencia del mecanismo. Con base en esta distinción, señalan que en la participación pública se maximiza la información relevante desde las fuentes relevantes, hasta el procesamiento por los receptores, a diferencia de como se presenta en la consulta pública y en la comunicación pública. El resultado que encuentran en estos 100 ejemplos que listan, es: la existencia de 4 clases de mecanismos de comunicación, 6 de consulta y 4 mecanismos de participación.

públicos involucrados o que pueden involucrarse en la gestión de la ciencia y la tecnológica, son, según Nelkin (1984; citado por LÓPEZ y TODT, 2004):

- Personas directamente afectadas: personas que no pueden evitar el riesgo o el impacto directo de una determinada acción relacionada con la ciencia y la tecnología;
- Público involucrado: se trata de personas potencialmente afectadas de un modo directo por dicha acción;
- Consumidores: se trata de un público más vagamente definido, que suele protestar contra las regulaciones o diversos usos de la tecnología;
- Público interesado: se trata de personas sensibilizadas sobre los problemas tecnológicos o ambientales, en virtud de sus principios morales o ideológicos. Estas personas suelen pertenecer o ser simpatizantes de grupos ecologistas u organizaciones no gubernamentales diversas.
- Comunidad científica e ingenieril: expertos que de alguna forma se han venido politizando en cuestiones como la energía nuclear o la investigación biomédica.

Como vemos, hay un segmento muy amplio de actores sociales o “involucrados” que pueden participar en estos diversos modelos de participación. Para todos ellos sería importante algún proceso formativo, pero lo que está claro en las experiencias de participación, es que la mejor formación se adquiere participando. En el caso de los expertos, y especialmente en su proceso de formación universitaria, creemos que podría ser oportuna una formación previa orientada, a partir de aulas de clase convertidas en verdaderos laboratorios para la participación pública en ciencia y tecnología. Veamos entonces qué nos aportan los enfoques educativos en Ciencia, Tecnología y Sociedad, para la formación de estos futuros expertos y en particular de los ingenieros.

## **2. La educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS-**

Se reconocen a nivel internacional dos grandes maneras de enfocar la educación CTS (MANASSERO, VÁZQUEZ y ACEVEDO, 2001): aquella que se preocupa por las cuestiones científicas y el desarrollo tecnológico que afectan a la sociedad en sus diversos planos; y de otro lado, la que está centrada en el estudio de los antecedentes o condicionantes sociales y culturales que intervienen en la generación del conocimiento científico y tecnológico.

Ambas maneras de enfocar la educación CTS se corresponden con las dos grandes tradiciones de los estudios CTS a nivel amplio, una de origen americano y otra de origen europeo, conocidas

irónicamente como baja iglesia y alta iglesia respectivamente<sup>4</sup>. La primera de estas tradiciones cuenta con orígenes en la tradición universitaria estadounidense, más centrada en cuestiones pragmáticas y activistas, profundamente implicada en los movimientos de protesta social desarrollados entre los años 1960 y 1970. Sus campos de acción académico vinculan principalmente a la educación y la reflexión ética y política alrededor de la ciencia y la tecnología.

La tradición de la alta iglesia se origina en el llamado Programa Fuerte de la sociología del conocimiento científico, desarrollado en los años de 1970, tiene como fuentes principales, además de la sociología clásica del conocimiento, una interpretación radical de la obra de Thomas Kuhn. Comprende, pues, una tradición más centrada en la investigación académica que en el campo educativo o divulgativo. De esta tradición se desprenden varios enfoques, como por ejemplo el constructivismo social de la ciencia y la tecnología, la teoría del Actor-Red y los estudios de laboratorio, entre otros.

El objetivo de la educación CTS consiste en alfabetizar en ciencia y tecnología a ciudadanos, para que sean capaces de tomar decisiones informadas y promuevan el pensamiento crítico y la independencia intelectual de los expertos al servicio de la sociedad. En el plano de la educación formal, los enfoques en educación CTS aspiran a que la alfabetización contribuya en la búsqueda de información relevante e importante sobre las ciencias y las tecnologías de la vida moderna, en la perspectiva de que los estudiantes puedan analizarla y evaluarla, reflexionar sobre esta información, definir los valores implicados en ella y tomar decisiones al respecto, reconociendo que su propia decisión final está así mismo inherentemente basada en valores (CUTCLIFFE, 1990). En particular en el contexto iberoamericano, se ha venido insistiendo en el papel de la educación CTS para promover la participación pública en temas tecno-científicos, como también para promover el interés y la educación científica en nuestros países.

La educación CTS cuenta con diversos enfoques pedagógicos reconocidos internacionalmente, tanto para el nivel secundario como universitario. Se habla entonces de tres grandes modelos educativos: el modelo de los injertos, el de la estructuración curricular o en clave CTS, y el tipo de curso de CTS pura. En el nivel de la educación universitaria, que se relaciona con nuestro trabajo, el primero y el último de estos enfoques son los más usados.

De manera más específica en el nivel universitario, la educación CTS se integra a través de unidades curriculares (o injertos), ya sea en programas establecidos en ciencia, tecnología e ingeniería, ciencias sociales, o en cursos de arte y lenguas; o bien en unidades estructuradas como

---

<sup>4</sup> Para tener un panorama detallado de ambas tradiciones, al menos hasta mediados de los años 90, véase el trabajo de González *et al.*, (1996).

cursos independientes o de CTS Pura (WAKS, 1990). Un curso de CTS Pura busca desarrollar una interpretación de la ciencia y la tecnología como complejas empresas que toman lugar en contextos sociales específicos, las cuales forman y son formadas en valores humanos de acuerdo a las instituciones culturales, políticas y económicas.

Esta clase de cursos se ofrece como un complemento curricular para estudiantes de diversas procedencias. Se trata, por un lado, de proporcionar una formación humanista básica a estudiantes de ingenierías y de ciencias naturales. El objetivo en este caso es desarrollar en los estudiantes una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados de las nuevas tecnologías o la implantación de las ya conocidas, transmitiendo a la vez una imagen más realista de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología, así como del papel político de los expertos en la sociedad contemporánea. Y por otro lado, se trata de ofrecer un conocimiento básico y contextualizado sobre ciencia y tecnología a los estudiantes de humanidades y ciencias sociales. En este caso proporciona a estos estudiantes una opinión crítica e informada sobre las políticas tecnológicas que los afectarán como profesionales y como ciudadanos. Se aspira a que la educación los capacite para participar en cualquier controversia pública o discusión institucional sobre tales políticas (GONZÁLEZ *et al.*, 1996). No sobra señalar, como insiste Arocena y Sutz (2001), que no debería tratarse del mismo curso para todos los públicos. Y de acuerdo con nuestra experiencia, en efecto los cursos deben diseñarse de acuerdo a las especificidades de los educandos, sin que eso excluya la convergencia de elementos comunes entre estudiantes de Humanidades, con estudiantes de Ciencias e Ingeniería.

Por último, antes de entrar a las didácticas con las que hemos experimentado la formación para la participación pública en estudiantes de ingeniería, queremos señalar que en la última década en el contexto iberoamericano se ha venido promoviendo una red de CTS+Innovación, que aborda los temas de la educación CTS. Se trata de una red surgida con el apoyo de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura –OEI<sup>5</sup>. A través de la OEI se ha venido promoviendo la educación CTS en diferentes espacios, como son: Cátedras inter-universitarias de CTS+Innovación realizadas en varios países de la región; cursos de postgrado, como el curso de Especialista Universitario en CTS+I, en conjunto con la Universidad de Oviedo; y de manera especial, el Curso sobre el Enfoque CTS en la Enseñanza de las Ciencias. De cierta forma esto ha

---

<sup>5</sup> La Biblioteca Digital de la OEI (<http://www.oei.es/bibliotecadigital.htm>), constituye un importante ejemplo de literatura producida en el contexto iberoamericano sobre la educación CTS, entre otros temas, véanse por ejemplo los trabajos publicados por José Antonio Acevedo y colaboradores, o por Mariano Martín Gordillo y el grupo Argo de España, entre muchos.

conducido a diversos resultados, como por ejemplo la incorporación del enfoque CTS en los currículos de la educación secundaria de países como Uruguay, México y Colombia, entre otros. En el plano de la educación superior, se identifican experiencias igualmente significativas de educación CTS para ingenieros, desarrolladas en diversas universidades del continente, como por ejemplo en la Universidad Federal de Santa Catarina en Brasil, en la Universidad de Santiago de Chile en Chile, las realizadas en el Instituto Tecnológico Nacional de México, y las realizadas en Colombia en las universidades de los Andes y del Valle, entre otras.

### **3. Las didácticas de participación pública para la formación de ingenieros**

En nuestro curso de educación CTS para ingenieros trabajamos diversos aspectos teóricos alrededor de la conceptualización sobre la técnica, la ciencia y la tecnología. Para ello se abordan cuestiones éticas y filosóficas, cuestiones sobre política científica y tecnológica, participación pública y sistemas tecnológicos; y una breve introducción sobre las interpretaciones macro, meso y micro acerca de la naturaleza de la ciencia y la tecnología, entre otros aspectos. Dicho abordaje se realiza a través de casos y ejemplos específicos de participación pública, cercanos a los estudiantes, y en particular a través del reconocimiento de algunos sistemas tecnológicos locales relacionados con el agua potable, la salud, la agricultura y el transporte, entre otros posibles.

En particular, la teoría de los sistemas tecnológicos tiene diversos enfoques, en donde se pueden reconocer tres grandes enfoques. Por un lado, un enfoque propiamente de la ingeniería entendido como sistemas socio-técnicos; por otro lado, un enfoque basado en la economía de la innovación (AUTIO y HAMERI, 1995); y por otro lado un enfoque de tipo socio-histórico (HUGHES, 1983, 1987, 1996; QUINTANILLA, 1988, 2001; WYNNE, 1983). Desde nuestra perspectiva, consideramos importante trabajar con los ingenieros vinculando la convergencia tanto de la tradición ingenieril como de la tradición humanista, teniendo en cuenta la recomendación que hace el filósofo norteamericano de la tecnología Carl Mitcham (1994), al señalar que un proceso de comprensión amplia de la tecnología implica ambos tipos de reflexión.

Trabajar sobre los sistemas tecnológicos dentro del proceso de formación de la participación pública nos permite tener diferentes tipos de actividades participativas. Por ejemplo, podemos tener actividades participativas relacionadas con aspectos conflictivos o controversias de tipo científico tecnológico; un segundo nivel tiene que ver con procesos de evaluación de tecnologías y de evaluación de impacto ambiental, en donde hoy en día se reconocen diversos esquemas que permiten la participación pública. Un tercer nivel se relaciona con la evaluación del riesgo científico-

tecnológico, en donde las personas participan con sus percepciones, representaciones, etc. Un cuarto nivel se relaciona con el reconocimiento de la participación a nivel del diseño en los propios sistemas tecnológicos. Y por último, podríamos tener un nivel complementario que tiene que ver con el nivel de la gestión. Reconocer la participación pública dentro de la gestión de un sistema tecnológico, por ejemplo, de agua potable, resulta muy significativo si se tiene en cuenta que la gestión puede ayudar a la orientación de una trayectoria tecnológica en un sistema tecnológico.

A manera de ejemplo, vamos a destacar tres didácticas alrededor de casos específicos, que sirven de eje de análisis para la comprensión de los sistemas tecnológicos. Las didácticas se orientan a desarrollar progresivamente el aprendizaje de la participación pública, desde una menor implicación a una mayor.

### ***Los Grupos de discusión***

La primera de estas didácticas utiliza el modelo de grupos focales, un modelo de participación pública. Los grupos focales son pequeños grupos de 5 a 12 miembros, que representan al público; los grupos focales se utilizan para evaluar opiniones y actitudes. La discusión es libre sobre un tema, la cual se graba en audio o video, con una mínima intervención del moderador.

En la didáctica, los grupos focales son considerados como grupos de discusión concentrados en un tema de agua potable en una localidad rural cercana al municipio de Cali. Allí se presenta una polémica por el incumplimiento del Estado por proveer el suministro de agua de manera indicada. El trabajo consisten en que a través de varios grupos de discusión, se realiza una investigación para determinar lo que está pasando en esta localidad, destacando las actitudes y opiniones de los actores sociales involucrados en dicha situación. Luego se debaten tales posturas, teniendo en cuenta las ventajas, desventajas e implicaciones de estas opiniones, respecto de las posibles soluciones a la problemática presentada.

Cada grupo de discusión investigará las noticias de prensa, los informes técnicos, incluso hará visitas a la localidad para entrevistarse con los actores sociales, en donde se plantean preguntas del siguiente orden: ¿Qué está pasando en esta localidad? ¿Cuáles son los antecedentes de suministro de agua potable en esta localidad? ¿Porqué los habitantes no tiene agua potable? ¿Cuáles son las soluciones que les ha prometido la Alcaldía?, entre otras.

En el debate abierto, con el apoyo de un moderador, se plantean las preguntas y se discuten. Luego, entre todos los grupos, se prepara un informe para presentar a la comunidad educativa, es decir a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería o programa académico. El informe debe recoger

el debate que ha tenido lugar entre los grupos de discusión, mostrando detalladamente la situación que han analizado sobre esta localidad, destacando las opiniones y actitudes de los actores sociales que intervienen en esta problemática, las contradicciones y puntos de encuentro de tales opiniones o posturas, así como las implicaciones que encuentran frente a la solución del problema. El informe se presenta en forma de conferencia, cartelera, boletín, etc.

### ***La mediación***

La segunda didáctica que hemos abordado se relaciona con un método de resolución de conflictos en ámbitos amplios y que también ha sido usado en temas de ciencia y tecnología, se denomina la mediación.

El “Instituto para la Mediación Medioambiental” de la Universidad de Washington, describe la mediación como un proceso voluntario en el cual los involucrados exploran juntos una disputa y reconcilian sus diferencias (BAUGHMAN, 1995: 254). La disputa mediada llega a una solución, cuando las partes conjuntamente hayan buscado lo que consideran puede ser una solución factible.

La mediación presenta tres fases:

- La prenegociación: que consiste en encontrar hechos que permitan juntar a las partes involucradas;
- La negociación integrativa: son los acuerdos pactados, son soluciones propuestas por los grupos en cuestión;
- La implementación: a partir de los acuerdos mediados, se busca implementarlos, teniendo en cuenta que no son necesariamente acuerdos legales, en este sentido hay que establecer relaciones entre los acuerdos informales y los procesos formales de toma de decisiones.

En nuestro caso, se parte de una solicitud hipotética que le hacen cultivadores de la región a los estudiantes de ingeniería de la Universidad, para que elaboren un concepto alrededor de la siembra de productos transgénicos.

La mediación que se propone en la didáctica se lleva a cabo entre dos grandes grupos de estudiantes y un grupo mediador de tres personas. Es deseable que los integrantes del grupo mediador sean personas con buen trato, voluntad de participar, imparcialidad, protagonismo pero al mismo tiempo capaz de ponerse en el lugar de la otra persona, deben tener algunas habilidades de

comunicación y capacidad de confidencialidad. El grupo mediador no tiene autoridad para imponer una solución. Su fortaleza se relaciona con la capacidad para ayudarle a los grupos a solucionar sus propias diferencias.

Los grandes grupos deben subdividirse en grupos más pequeños para investigar los temas de manera más específica y a profundidad. Los dos grandes grupos serán, para este caso, un grupo a favor de los transgénicos y el otro grupo en contra de los transgénicos.

Los dos grupos de discusión pueden tener amplias discusiones o diferencias, pero deben concentrarse en cuestiones de interés común. La mediación facilita la discusión pública de temas de interés mutuo, mientras que las cuestiones que más generen conflicto pueden ser reservadas para la discusión entre el grupo mediador y los dos grandes grupos de forma individual.

El grupo mediador tendrá las siguientes funciones:

- Trabaja con los dos grupos por separado, para identificar los posibles puntos de acuerdo y ayudarles en su capacidad y buena voluntad de negociar. Hay una etapa amplia de negociación a puerta cerrada, antes de la plenaria general.

- El grupo mediador sugiere alternativas de solución a partir de las ideas colectivas que surjan entre los dos grandes grupos. Mediante reuniones con ellos, se precisan y ajustan los posibles acuerdos para presentarlos luego en plenaria.

- El grupo mediador redactará finalmente el acuerdo establecido por los grupos. En plenaria, el grupo mediador presenta la propuesta y se abre la discusión, pero orientada a ratificar o mejorar el acuerdo.

Se prepara luego un informe final, entre los grupos y el grupo mediador, el cual debe contener los argumentos centrales y el acuerdo firmado entre las partes. Dicho informe y el acuerdo firmado, será presentado en forma de conferencia a la comunidad educativa (estudiantes de la Facultad o el plan de estudios), que en este caso hará las veces de la comunidad rural que solicita la consulta por la que se inicia la didáctica.

### *El caso simulado*

Otra didáctica desarrollada en el Curso tiene que ver con la elaboración de un caso simulado, siguiendo la metodología que ha propuesto el Grupo Argo de España, cuya fundamentación coincide en parte con la forma como se realizan los Congresos de Consenso. El caso simulado se sitúa en el

Valle del Cauca, en esta región se encuentran localizados los trece ingenios azucareros que fabrican casi todo el azúcar producido en Colombia. La polémica a debatir se plantea ante la queja de las poblaciones afectadas, debido a la contaminación ambiental ocasionada por el sistema de quema que se utiliza en la actualidad. La quema de la caña de azúcar, previa a su cosecha, hace que persista por algún tiempo el humo y los desechos sólidos que emite y quedan en suspensión en el aire hasta disiparse.

En la controversia participan diferentes organizaciones a favor y en contra de la quema de la caña de azúcar, estos actores son propuestos de manera ficticia pero verosímil con relación a los actores reales, ya que coinciden en la realidad aunque no siempre los nombres de las organizaciones involucradas y mucho menos sus posturas dentro del caso.

Cada grupo se organiza para investigar y preparar sus argumentos, los cuales se presentan en exposiciones públicas para dar lugar a una plenaria. Al final, un grupo mediador o convocante de la discusión toma algunas decisiones sobre la polémica.

#### **4. A manera de cierre**

La participación pública en temas de ciencia y tecnología se erige como un poderoso instrumento para hacer más democrática las sociedades. Dicha participación es posible llevarla a cabo siguiendo un conjunto de modelos y criterios hoy en día implementados en diversos países. Sobre estos modelos se puede aprender para construir procesos de aprendizaje en la formación de los ingenieros.

El análisis de estos procesos, enfoques y modelos, junto al concepto de Educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad, nos brinda las herramientas para incorporar el tema de la participación pública como un objetivo fundamental de la educación en ingeniería en contextos como el colombiano, que quizá en muchos casos no se aleja de otros contextos de países de la región. Por último, consideráramos que el concepto de sistema tecnológico constituye una unidad de análisis adecuada para el aprendizaje de la participación pública de los estudiantes de ingeniería. De otro lado, la noción misma de sistema es afín a los procesos educativos de la formación de los ingenieros (CHECKLAND, 1981).

#### **Referencias**

- AROCENA, R. y SUTZ, J. La transformación de la universidad latinoamericana mirada desde una perspectiva CTS. En: LÓPEZ CERREZO, J. A. y SÁNCHEZ RON, J. M. (eds.). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura*. Madrid: Biblioteca Nueva, OEI, 2001.
- AUTIO, E. y HAMERI, A-P. The structure and dynamics of technological systems: a conceptual model". *Technology in Society*, v. 17, n. 4, p. 380, 1995.
- BECK, U. *La sociedad del riesgo*. Barcelona: Paidós, 1998.
- BAUGHMAN, M. Mediation. En: RENN, O; WEBLER, Th; WIEDEMANN, P. *Fairness and competence in citizen participation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.
- CHECKLAND, P. *Systems thinking, systems practice*. London: John Wiley & Sons, 1981.
- CHUBIN, D. y HACKETT, E. Peer Review. En: Macmillan. (Dir.). *Encyclopedia of Science, Technology, and Ethics*, USA: Macmillan, 2005.
- CREASE, R. P. y SELINGER, E. Expertise. En: Macmillan. (Dir.). *Encyclopedia of Science, Technology, and Ethics*, USA: Macmillan, 2005.
- CUTCLIFFE, S. CTS: Un campo interdisciplinar. En: MEDINA, M. y SANMARTÍN, J. (eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos, 1990.
- FIORINO, D. Citizen participation and environmental risk: A survey of institutional mechanisms. *Science, Technology, and Human Values*, v. 15, n. 2, p. 226-243, 1990.
- GONZÁLEZ, M.; LÓPEZ, J. A.; LUJÁN, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.
- HUGHES, Th. *Networks of power: Electrification in western society, 1880-1930*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983.
- HUGHES, Th. The evolution of large technological systems. En: BIJKER, W. E; HUGHES, Th.; PINCH, T. (eds.) *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1987.
- HUGHES, Th. El impulso tecnológico. En: ROE, M. y MARX, L. (eds.) *Historia y determinismo tecnológico*. Madrid: Alianza Editorial, S. A. 1996.
- KUHN, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: F.C.E., 1985.
- LÓPEZ, J. A. y GONZÁLEZ, M. I. *Políticas del bosque*. Madrid: Cambridge University Press/OEI, 2002.
- LÓPEZ, J. A y LUJÁN J. L. *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza Editorial, 2000.

LÓPEZ, J. A., y TODD, O. (2004), Participación pública en ciencia y tecnología. En: *Curso de Especialista en CTS+I*. Madrid: OEI, 2004.

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, Á.; ACEVEDO, J. A. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

MITCHAM, C. *Thinking Through Technology*. Chicago: University of Chicago Press, 1994.

MARTÍN, M.; LÓPEZ, J. A.; OSORIO, C. La educación en valores a través de CTS. En: *Foro Iberoamericano de Educación en Valores*. Uruguay, Octubre de 2000.

NELKIN, D. Science and technology policy and the democratic process. En: PETERSEN, J. C. (ed.) *Citizen participation in science policy*. Amherst: University of Massachusetts Press, 1984.

PINCH, T. y BIJKER, W. The social construction of facts and artifacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology tight benefit each other. En: BIJKER, W. E; HUGHES, Th.; PINCH, T. (eds.) *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1987.

QUINTANILLA, M. A. *Tecnología: Un enfoque filosófico*. Madrid: Fundesco, 1988.

QUINTANILLA, M. Técnica y cultura. En: LOPÉZ *et al.* (eds.). *Filosofía de la tecnología*. Madrid: OEI, 2001.

RENN, O; WEBLER, Th; WIEDEMANN, P. *Fairness and competence in citizen participation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

ROWE, G. y FREWER, L. A typology of public engagement mechanisms. *Science, Technology, & Human Values*, v. 30, n. 2, p. 251-290, Spring 2005.

WAKS, L. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: Orígenes, desarrollos intelectuales y desafíos actuales. En: MEDINA, M. y SANMARTÍN, J. *Ciencia, tecnología y sociedad, estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión públicas*. Barcelona: Anthropos, 1990.

WAKS, L. Filosofía de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario. En: ALONSO, A, *et al.* *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*. Pamplona: Ed. Verbo Divino, 1996.

WEBLER, Th. y RENN, O. A brief primer on participation: Philosophy and practice. En: RENN, O;

WEBLER, TH; WIEDEMANN, P. *Fairness and competence in citizen participation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995.

WYNNE, B. Redefining the issues of risk and public acceptance. *Futures*, v. 13, n. 32, 1983.

**CARLOS AUGUSTO OSORIO MARULANDA:** Biólogo de la Universidad del Valle, Colombia. Actualmente candidato a doctor en Filosofía de las Ciencias, línea de investigación Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad de Oviedo, España. Profesor de la Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística, de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. Director del Grupo de Investigación en *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, de dicha Universidad. Mail: [carosori@univalle.edu.co](mailto:carosori@univalle.edu.co), [carlososorio@campus-oei.org](mailto:carlososorio@campus-oei.org) Tutor de la OEI y la Universidad de Oviedo en el Curso virtual sobre el enfoque en Ciencia, Tecnología, Sociedad (CTS) en la enseñanza de las ciencias, y en el Curso de Especialista Universitario en Estudios Sociales de la Ciencia e Innovación Tecnológica. Conferencista del Programa de Ciencia, Tecnología, Sociedad + Innovación (CTS+I), de la OEI. Coordinador de los programas de actualización docente en educación en tecnología, y en educación CTS, de la Universidad del Valle. Autor de diversos trabajos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, algunos de los cuales se pueden consultar en la Sala de Lectura de la OEI ([www.oei.es](http://www.oei.es)).