



Revista Iberoamericana de Ciencia,
Tecnología y Sociedad - CTS

ISSN: 1668-0030

secretaria@revistacts.net

Centro de Estudios sobre Ciencia,
Desarrollo y Educación Superior
Argentina

Osorio Marulanda, Carlos

La formación de los ingenieros para participar con las comunidades en temas
tecnológicos: consideraciones a partir de la gestión del agua
Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 11, núm. 33,
septiembre, 2016, pp. 161-180
Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92447592009>

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

redalyc.org

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

**La formación de los ingenieros para participar
con las comunidades en temas tecnológicos:
consideraciones a partir de la gestión del agua**

**A Formação de Engenheiros para Participar
junto às Comunidades em Temas Tecnológicos:
Considerações a Partir do Gerenciamento da Água**

***Engineers' Training Focused On Community
Participation In Technology Issues.
General Considerations From Water Management Experiences***

Carlos Osorio Marulanda *

Este trabajo presenta algunas consideraciones sobre la formación de los ingenieros para la participación con las comunidades en temas de ciencia y tecnología, teniendo como referentes las experiencias de participación en los sistemas de agua potable. La participación de las comunidades en proyectos sobre sistemas de agua en Iberoamérica se lleva a cabo desde diferentes formas, que incluyen la selección de las tecnologías de potabilización, la construcción, mantenimiento y control de sistemas de abastecimiento de agua, y la movilización social. Se proponen algunas consideraciones sobre estos procesos de participación, a partir de la educación en ciencia, tecnología y sociedad. Estos enfoques educativos favorecen el aprendizaje de la participación pública en ciencia y tecnología; creemos que este aprendizaje es una necesidad en las tendencias actuales de la educación en ingeniería.

Palabras clave: educación en ingeniería, participación en ciencia y tecnología, educación CTS

* Profesor de la Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia. Correo electrónico: carlos.osorio@correounivalle.edu.co.

Este trabalho apresenta algumas considerações sobre a formação de engenheiros para sua participação, junto às comunidades, em temas de ciência e tecnologia, tendo como referência as experiências de participação dos sistemas de água potável. A participação das comunidades em projetos sobre sistemas de água na Ibero-América é realizada de diferentes formas, incluindo a escolha de tecnologias de potabilização, construção, manutenção e controle de sistemas de fornecimento de água, e a mobilização social. Propõem-se algumas considerações sobre estes processos de participação a partir da educação em ciência, tecnologia e sociedade. Estas abordagens educacionais favorecem a aprendizagem da participação pública em ciência e tecnologia; acreditamos que esta aprendizagem é uma necessidade nas atuais tendências da educação em engenharia.

Palavras-chave: educação em engenharia, participação em ciência e tecnologia, educação CTS

This paper presents some considerations on engineers' training towards their engagement in community activities regarding technology and science-related issues, taking into account their previous involvement in water supply systems. The participation of communities in water-related projects in Ibero-America has taken place in different ways, including the choice of water treatment technologies, the construction, maintenance and control of water supply systems, and social mobility. This article proposes some considerations regarding the participation processes by way of taking STS studies as a starting point. The educational approaches favor the learning process of public participation in science and technology; we believe that this learning process is a need in the current trends of engineering education.

Key words: engineering education, participation in science technology and education, STS education

Introducción

La participación pública en proyectos de ciencia y tecnología constituye un tema de gran importancia en la gestión de los servicios ambientales de los países iberoamericanos. La participación pública puede contribuir hacia una mayor democratización en el acceso a estos servicios, igualmente es una forma de control social sobre los productos e impactos de la actividad científica y tecnológica, al tiempo que favorece la identificación de las prioridades más sentidas de la sociedad respecto de la ciencia y tecnología. Con base en Renn, Webler y Wiedemann (1995), Rowe y Frewer (2005) y Bucchi y Neresini (2008), se puede considerar a la participación en ciencia y tecnología como el conjunto de situaciones y actividades, tanto espontáneas como organizadas, en las que diferentes tipos de comunidades no expertas –ciudadanos, implicados y grupos de interés- participan o se involucran con los expertos y gobiernos en la evaluación y toma de decisiones sobre tecnologías y actividades tecnocientíficas, en la formulación de políticas públicas en ciencia y tecnología y en los procesos de producción de conocimiento científico, tecnológico y de innovación.

En la producción de conocimiento las formas de participación difieren mucho respecto de las áreas del conocimiento. Por ejemplo, en el campo de la salud, el aporte de los conocimientos de las comunidades puede ser muy significativo, cuando en determinados proyectos participan grupos de pacientes con algún tipo de enfermedad, como señala La Fuente (2007) para el caso de las neuropatías. También la participación es muy significativa en los casos de usuarios de *software* libre; al igual que para los procesos de transferencia de tecnologías agrícolas con comunidades campesinas (Ashby, 1996). Por el contrario, el aporte de las comunidades suele ser mucho menor, incluso nulo, cuando se trata de otra clase de campos de la ciencia o de la tecnología, como en ciertos casos de la física.

163

En este trabajo pretendemos identificar algunas consideraciones acerca de la formación de los ingenieros para la participación en ciencia, teniendo presente diversas características que se presentan en los procesos de participación de las comunidades en sistemas de agua potable. Se tendrán en cuenta los aportes de la educación en ciencia, tecnología y sociedad -ECTS- para contextualizar pedagógicamente tales consideraciones. Como se sabe, estos enfoques contribuyen a modificar la visión restrictiva y propedéutica que acompaña la tradicional formación en ciencias y tecnologías; así como la formación de túnel de la ingeniería, que supone que en la tecnología todo comienza y termina con una máquina (Pacey, 1983). La ECTS proporciona al estudiante una visión crítica y comprehensiva sobre el papel del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad, a la vez que promueve la educación para la participación en temas tecnocientíficos.

Se verá inicialmente los rasgos más destacados sobre la participación de las comunidades en sistemas de abastecimiento de agua en Iberoamérica y su relación con los principios de la participación pública en ciencia y tecnología. Seguidamente se abordarán algunas tendencias en la formación de los ingenieros, con el objeto de identificar los vacíos y oportunidades respecto del aprendizaje de la participación.

Para finalizar, se retomará el tema de la formación de los ingenieros para la participación con base en las orientaciones de la ECTS.

1. La participación de las comunidades en sistemas de abastecimiento de agua

Los conflictos sobre el agua potable se relacionan principalmente con un crecimiento demográfico en aumento, una mayor urbanización y industrialización, un cambio climático que tiende a intensificarse y en general con una mayor demanda de agua dulce en relación con la producción de alimentos y de energía. Este contexto se inscribe además en el problema regulatorio internacional que se genera por las cuencas compartidas. Naciones Unidas señalaba que para 2014 se contabilizaban 276 cuencas transfronterizas del mundo, en donde más del 50% carecía de cualquier tipo de marco de gestión cooperativa (Kramer, Wolf, Carius y Dabelko, 2013). Tales cuencas representan el 60% del caudal fluvial del mundo y el 45% de la superficie terrestre, sobre la que se asienta el 40% de la población mundial. Para este organismo, la crisis hídrica mundial es una crisis de gobernanza mucho más que de recursos disponibles (WWAP, 2015).

Se suma a lo anterior, para el caso de algunas regiones de América Latina, una tendencia hacia la privatización en los servicios de agua potable. De este modo, los derechos sobre el agua, sus condicionamientos y la creación de mercados de agua, la planificación y organización del sistema, el rol del Estado en el ámbito de la privatización, así como la protección de intereses de etnias y comunidades consuetudinarias ligadas al recurso, por citar unos cuantos elementos, han generado importantes controversias, por lo que podemos hablar de crisis de gobernanza de los sistemas de gestión del recurso hídrico en muchas regiones de América Latina (CEPAL, 2004). El agua no es una mercancía ordinaria, las características peculiares de los recursos del agua son el resultado de la polivalencia ambiental y de sus roles económicos y sociales. El agua no puede ser ajena al Estado, el dominio es público, el Estado investiga y catastra su existencia y tiene un rol activo en su asignación y monitoreo de utilización (CEPAL, 2004). La forma de gobernanza determinaría la capacidad del gobierno y de los actores y redes sociales para participar en el diseño y gestión de sistemas de agua, también para transformar necesidades en políticas y para establecer patrones de interacción entre actores estratégicos.¹

Hablamos de participación comunitaria o de la comunidad, debido a que es el término que se utiliza para los proyectos del sector de agua potable. El concepto de

1. El concepto de gobernanza hace referencia a formas no jerárquicas de coordinación entre actores, ya sean vinculados en redes, asociaciones y grupos, entre otros. El término también denota una forma de gobernar: complementaria de aquella institucional, indica un nuevo estilo de gobierno caracterizado por un mayor grado de cooperación y por la interacción entre el Estado y los actores no estatales al interior de redes decisionales mixtas entre lo público y lo privado (Mayntz, 1998). Para una definición sobre gobernanza y sus relaciones con la gobernabilidad sobre el tema del agua, véase: Colom y Ballesteros (2003), Iza y Rovere (2006) y Castro (2002).

comunidad, pese a que hace referencia a un sistema social caracterizado por rasgos o intereses comunes, no constituye un sinónimo de participación por sí mismo (Fonseca y Bolt, 2002). Participar requiere que se puedan tomar decisiones, que se pueda hacer uso de espacios y estrategias que propicien la participación, como también que sus resultados tengan un impacto real en un determinado proceso participativo. El Banco Mundial (1978) señalaba desde finales de la década del 70 que la participación de la población local en proyectos de desarrollo debía entenderse como participación activa para la toma de decisiones. Con esta forma de entender la participación se buscaba romper con la anterior idea que la definía como un esfuerzo de parte de las comunidades por cooperar con la implementación de planes ya trazados y con objetivos establecidos en forma vertical.

El marco institucional que reconoce directamente a la participación en las cuestiones de agua potable y saneamiento fue la Conferencia de Naciones Unidas de Mar del Plata en 1977, la misma que declaró la Década Internacional de Suministro de Agua y Saneamiento para los años 1980 a 1990 (Biswas, 2004). Durante este periodo, aproximadamente 1250 millones de personas fueron provistas con sistemas de abastecimiento de agua y 750 millones con adecuado saneamiento (UNCHS, 1996). La Comisión Mundial para el Agua en el Siglo XXI (WC, 2000) propuso que la participación comunitaria era parte fundamental de lo que habría de ser formulado como una gestión integrada de recursos hídricos, esto es: un proceso que promueve el manejo y desarrollo sistémico del agua, la tierra y los recursos, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de modo sustentable y equitativo. Se trata de integrar sistémicamente el ciclo antrópico con el ciclo natural, tradicionalmente tratados de forma separada. El objetivo es mantener el agua tanto como se pueda dentro del ciclo antrópico, para disminuir la presión sobre los ecosistemas (Restrepo, 2004).

165

Para que las comunidades tomen un papel activo en un sistema de abastecimiento de agua se requiere que se les reconozca en condición de involucrados o tomadores de decisión. El concepto de involucrado implica el tener en cuenta un principio de justicia para los distintos tipos de involucrados, es decir: considerar cómo las organizaciones, los formuladores de política pública y los gestores de tecnología, asignan derechos y valores a múltiples tipos de involucrados (Johnson-Cramer y Phillips, 2005; Phillips, 2003). Y en segundo lugar, cómo los involucrados participan en las decisiones que los afectan: los grupos de interés creados en función de una tecnología, de una acción de protesta o de una organización formal, deberían tener la oportunidad de expresar sus intereses y en algunos casos participar en la toma de decisiones.

En Latinoamérica, la participación de las comunidades en proyectos de gestión del agua se lleva a cabo principalmente bajo tres formas. Por un lado, en la selección de las tecnologías de potabilización (Méndez-Fajardo, Opazo, Romero y Pérez, 2011; Perales, 2014), que en el caso de las zonas rurales, la participación se orienta a identificar una tecnología de elevada eficiencia, de relativo bajo costo en la construcción, operación y mantenimiento, así como de alto grado de confiabilidad desde el punto de vista del riesgo microbiológico, y que al hacer uso de las condiciones locales no genere una perturbación significativa al ambiente. También,

que la tecnología sea flexible, accesible, aceptable cultural y socioeconómicamente para el mayor número de usuarios, y que el agua llegue de forma continua, en la cantidad suficiente y con la calidad adecuada (Galvis, 1993). En segundo lugar, las comunidades también participan en la construcción, mantenimiento y control de sistemas de abastecimiento de agua (Useche, 2012; Rojas, Pérez, Tadeo, Madera, Guimarães y Dos Santos, 2013; Aguilar, 2011). En este sentido, las experiencias son múltiples y en algunos casos pueden ir hasta la administración misma del sistema, van desde la participación como costo compartido (en donde la contribución es en efectivo o en especie), la participación como arreglo contractual (lo que no excluye la participación de voluntarios) y con un mayor nivel de compromiso cuando la comunidad asume la responsabilidad en la toma de decisiones, con posibles subsidios externos para las inversiones respectivas (Brikké, 2000). Por último, también la participación se expresa en acciones más políticas y activistas a través de la movilización social, cuando las comunidades reclaman a los gobiernos o a las empresas privadas responsables del servicio, por la cantidad y calidad del servicio; un ejemplo emblemático es el conflicto de Cochabamba registrado en Bolivia en 2000.

En el caso de España, los procesos de participación pública en temas de agua están claramente reconocidos en la Directiva Marco del Agua (DMA). Mediante esta Directiva se reconoce la importancia de la información, consulta y participación activa de las comunidades con relación a las cuencas hidrográficas. Sin embargo, para desplegar el aparato participativo que reclama la Directiva Marco del Agua es necesaria la presencia de un poder político que impulse nuevos diseños institucionales para integrar a los diferentes actores territoriales y administrativos. También se necesita que los procesos participativos se adapten a cada contexto y sector social, antes que tratar de estandarizar los mismos procesos para todos los casos. De igual manera se requiere que la participación tenga una influencia efectiva en la toma de decisiones, que las instituciones encargadas de promover y dirigir los procesos (Consejos del Agua, Organismos de Cuenca) perciban una activa presión ciudadana (Espluga, Ballester, Hernández y Subirats, 2011).

Todos estos aspectos señalados sobre la participación de las comunidades en agua potable se relacionan plenamente con el concepto mismo de la participación pública en ciencia y tecnología. La participación pública, siguiendo la tradición anglosajona, significa hablar de participación democrática, y esto no compete únicamente a la cuestión de participar en las decisiones de los gobiernos: también incluye la co-determinación corporativa en diferentes niveles (Webler y Renn, 1995), tal como sucede en los campos de la participación en agua potable señalados antes. Se considera que la participación es más relevante cuando hay mayor intensidad de la cooperación entre expertos y no expertos para producir conocimiento (Bucchi y Neresini, 2008; Callon, Lascoumes y Barthe, 2001). En nuestro caso, se produce conocimiento cuando se tienen en cuenta los conocimientos locales, por ejemplo, para el cuidado de una determinada cuenca. También esta cooperación puede generarse en los procesos de transferencia del conocimiento hacia situaciones reales, como en la selección de tecnologías para los sistemas de abastecimiento, o para que estén adaptadas al contexto en donde van a ser empleadas. Estos temas, entre otros, como los proyectos conjuntos de investigación, señalan la importancia de la participación de las comunidades en los temas del agua.

2. Algunos referentes sobre la educación en ingeniería

El aprendizaje para la participación en ciencia y tecnología como parte de la formación de los ingenieros no es un hecho frecuente cuando se mencionan las tendencias en la formación de los ingenieros en el mundo actual. En los países de mayor desarrollo económico, el énfasis de las tendencias se centra en mayores competencias disciplinares y de ciencias básicas, así como en competencias referidas al entorno (Maraghy, 2011). El aprendizaje de competencias para los ingenieros requiere tener en cuenta la velocidad del cambio tecnológico y la intensiva utilización de las tecnologías de información y comunicación (TIC).² Esto último contribuye con una diversidad de aspectos con grandes implicaciones educativas, entre las que se cuenta la formación continua y a lo largo de toda la vida, la gestión de redes sociales, los trabajos colaborativos con uso de TIC, el acceso y manejo de grandes conjuntos de datos (*Big Data*), entre otros temas (Odell, 2014; Maraghy, 2011).

De otro lado, las competencias técnicas requieren de diversos espacios de formación, como el aprendizaje práctico en laboratorios e instalaciones flexibles de última generación, y el aprendizaje a partir de las visitas a industrias o entrenamiento en terreno; lo que además constituye un excelente recurso para desarrollar el pensamiento innovador y la formación ética (Willison, 2016). Otras competencias técnicas tienen que ver con los aspectos relacionados con la innovación y economía verde (OECD, 2009). Para la OECD, luego de la crisis económica de 2008, los sistemas educativos requieren de cambios, por ejemplo, pasar de la investigación monodisciplinar y de ocupaciones solitarias orientadas al enfoque lineal, a esquemas de investigación multi e interdisciplinaria, de ocupaciones híbridas en interfaces universidad-empresa proclives a la innovación y a la I+D en temas ambientales. La innovación se puede entender en este caso, como aprendizaje colaborativo basado en el intercambio de conocimiento global y de redes para la creación de conocimiento. Desde esta perspectiva, la formación de competencias implicaría un proceso orientado a proporcionar una nueva forma de pensar acerca de la génesis de nuevos conocimientos, de estructuras sociales y de procesos de colaboración que apoyen el avance del conocimiento y la innovación (Kolmos, 2011).

Con relación a las competencias no técnicas o relacionadas con el ambiente, se espera que los estudiantes de ingeniería se formen con cualidades de liderazgo, capacidad de trabajar en equipo y de forma independiente, capacidad de comunicación, y una comprensión de la economía, los negocios, la administración y el espíritu empresarial. Y que los ingenieros también se formen en prácticas sobre el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible, posean conocimientos sobre las implicaciones sociopolíticas y culturales de la ingeniería, el riesgo y la evaluación

2. Para este propósito se utiliza el concepto de competencias adoptado por la OECD (2010: 6), el cual hace referencia a la capacidad de aplicar los resultados del aprendizaje en un determinado contexto. Una competencia no está limitada a elementos cognitivos (uso de la teoría, conceptos o conocimiento implícito), sino que abarca aspectos funcionales (habilidades técnicas), atributos interpersonales (habilidades sociales u organizativas) y valores éticos.

de la seguridad, así como los aspectos legales y éticos de la práctica de la ingeniería (Maraghy, 2011). Todos estos aspectos deben considerar las nuevas áreas de conocimiento, como la nanotecnología, y las que son producto de la relación entre la ingeniería y los campos de la salud y la medicina, como la bioinformática, por citar un ejemplo. Para los países iberoamericanos, la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería ASIBEI (2014: 4) señalaba que entre las tendencias en la formación de los ingenieros se destacan: la formación virtual y los nuevos ambientes de aprendizaje, la incorporación de las TIC en el aula de clase, la ética asociada a las decisiones de ingeniería, el crecimiento acelerado de los cursos y denominaciones de ingeniería, el aseguramiento de la calidad de los programas académicos y el aporte social de la ingeniería, entre otras.

Como se puede observar, muchas de estas competencias no técnicas, y algunas técnicas como las relacionadas con las cuestiones ambientales y de innovación, suponen la intensiva interacción de los ingenieros con grupos sociales diversos, los cuales son portadores de conocimiento y además desempeñan un rol de “involucrados”, por tanto de tomadores de decisión en los sistemas tecnológicos.³ En este sentido, si bien no hay una declaración explícita acerca de la importancia de aprender a participar y a generar relaciones de construcción de conocimientos con las comunidades, cuando se mencionan las demandas de formación el tema aparece implícitamente necesario.

De otro lado, en aquellos programas de ingeniería relacionados con los sistemas de agua, Carvajal (2008) destacaba que la formación en ingeniería del agua conserva gran parte del enfoque inicial (con excepciones), basado en los aspectos fundamentales del ciclo hidrológico para el diseño, construcción y operación de obras hidráulicas, excluyendo aspectos ambientales, las alteraciones en la calidad del recurso hídrico, el cambio climático y aspectos sociales asociados a la apropiación de tecnologías y la resolución de conflictos. En particular, destacaba que la resolución de conflictos, los aspectos antropológicos y el cambio climático, seguían desatendidos en los currículos de esta clase de programas; los aspectos relacionados con participación comunitaria sólo habían sido incluidos en Costa Rica y Bolivia.

No sobra mencionar que el papel de los ingenieros en los sistemas tecnológicos y su relación con diferentes tipos de comunidades ha sido analizado en términos de constructores de sistemas tecnológicos. Los ingenieros asumen el rol de investigadores, inventores, expertos, inventores-emprendedores (que difieren de los inventores ordinarios en la medida en que extienden las ideas inventivas al desarrollo

3. Se entiende al sistema tecnológico en el sentido en que Hughes (1983) lo propone: como un complejo conjunto de componentes físicos, de organizaciones, conocimientos, leyes; igualmente los recursos naturales pueden ser considerados como artefactos de un sistema tecnológico cuando hace parte de él. Las personas -inventores, científicos industriales, ingenieros, gerentes, financieros y trabajadores- son componentes del sistema, pero no deben ser considerados como sus artefactos, debido a que tienen grados de libertad que no poseen los artefactos, pueden expresarse en el diseño del sistema y sus funciones, además de retroalimentar la ejecución de las metas del sistema y corregir los errores. En los sistemas tecnológicos, los estudiantes de ingeniería habrán de desempeñarse profesionalmente.

y al uso del invento en cuestión), tienen la riqueza y competencia de investigar, desarrollar, financiar y gerenciar sus invenciones (Hughes, 1983). Pero en este papel de constructores del sistema, también participan actores sociales no-expertos, como en el caso de la construcción y gestión de los sistemas de abastecimiento de agua, tal como se ha señalado antes.

3. La educación de los ingenieros para la participación

Como se ha señalado en el apartado anterior, las tendencias de la educación en ingeniería tienen en cuenta, además de los aspectos técnicos, otros aspectos de carácter social y ético, que suponen del aprendizaje de la participación con las comunidades en temas de ciencia y tecnología, y, de manera más contextual, en los sistemas tecnológicos. Cabe ahora preguntarse ¿cómo debería abordarse a nivel del currículo este tipo de formación? Y de otro lado, ¿cómo las experiencias sobre la participación de las comunidades en temas de agua potable pueden constituirse en un espacio oportuno de aprendizaje de los ingenieros acerca de la participación en temas de ciencia y tecnología?

Para abordar estas inquietudes, hemos de echarle mano a la ECTS, ya que este tipo de educación favorece este propósito del aprendizaje de la participación pública en ciencia y tecnología (Osorio y Martins, 2011). Estos enfoques, al hacer hincapié en aquellas cuestiones sociales con carácter explicativo que intervienen en la génesis y transformación del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad, y en el abordaje sobre los impactos de la ciencia y tecnología, proporcionan una visión crítica y contextualizada sobre el papel de la ciencia y tecnología en la sociedad. Esta clase de reflexiones no requiere de la existencia de un curso particular, aunque bien pudiera crearse, tal como lo han venido haciendo diferentes universidades en países de la región.⁴ Seleccionar algún curso de ciencias o de tecnologías que haga parte del currículum de la ingeniería, y en particular alguna temática que pudiera ser objeto de debates y controversias acerca de cuestiones sociales relevantes sobre el papel de la ciencia y tecnología, o que pudiera relacionarse de alguna forma con un sistema de abastecimiento de agua, podría ser suficiente para iniciar un proceso de formación de este tipo. Al respecto, dos conceptos pueden orientar este propósito de llevar la ECTS y con ello las cuestiones sobre la participación pública al currículo, se trata de lo que en didáctica de las ciencias se conoce como “naturaleza de la ciencia” y “naturaleza de la tecnología”, pero en este caso con orientación CTS.

Desde la perspectiva CTS, señalan Acevedo y García-Carmona (2016a), la naturaleza de la ciencia -NDC- es un metaconocimiento sobre la ciencia, que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas desde la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia por expertos en estas disciplinas, y por algunos científicos. La

4. Por ejemplo, relacionados con la introducción a la ingeniería, en las universidades de Argentina: Universidad Nacional del Litoral, Universidad Nacional de Misiones y la Universidad Tecnológica Nacional (Duran *et al.*, 2011).

NDC trata de todo aquello que caracteriza a la ciencia como la construcción de una forma especial de conocimiento. Al integrar todos esos aspectos sociales (reflexiones sobre la forma de producir conocimiento científico, los métodos para validarlo, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con la ciencia y la tecnología, y las aportaciones de la ciencia a la cultura y el progreso de la sociedad), atender esta convergencia de asuntos permite prestar una mayor atención a las circunstancias y contextos socioculturales, políticos y económicos, entre otros, que influyen en (y son influidos por) el desarrollo de la ciencia de manera decisiva, a diferencia de posturas más epistemológicas, centradas solamente en la construcción del conocimiento científico y de sus características internas. Con relación a la naturaleza de la Tecnología -NDT- desde la educación CTS, el término NDT, un poco menos desarrollado en didáctica, suele referirse a cuestiones sobre qué es la tecnología, cómo es su funcionamiento, cuáles son sus fundamentos epistemológicos y ontológicos, los principales rasgos del trabajo de las comunidades de tecnólogos e ingenieros como grupos sociales, y las influencias mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Acevedo y García-Carmona, 2016b).

El conjunto de cuestiones que abarca la NDC con enfoque CTS comprende cuatro grandes temas (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), sobre ellas es posible advertir los elementos que contribuyen a configurar el espacio para la formación en participación pública en ciencia y tecnología. Los temas son: epistemología, ciencia y tecnología, sociología interna de la ciencia y sociología externa de la ciencia. En particular queremos destacar las cuestiones de sociología, las cuales consideramos clave para el aprendizaje de la participación, de acuerdo con Acevedo y García-Carmona (2016a); éstas son:

Sociología interna de la ciencia:

- *Construcción social del conocimiento científico:*

- Comunidades de científicos
- Grupos de trabajo
- Competencias profesionales
- Actividades profesionales
- Toma de decisiones
- Comunicación profesional
- Revisiones por pares
- Interacciones sociales
- Influencia nacional y local
- Ciencia privada y ciencia pública

- *Cuestiones personales:*

- Sentimientos, intereses y motivaciones
- Valores y normas
- Moral y ética
- Ideologías
- Visiones del mundo y creencias religiosas
- Género y feminismo

Sociología externa de la ciencia:

- *Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología:*

- Estructuras de poder político y factual (gobierno, industria, ejército y lobbies)
- Influencia general en científicos y tecnólogos
- Financiación de la ciencia
- Influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología

- *Influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad:*

- Organizaciones e interacciones sociales
- Problemas sociales
- Responsabilidad social
- Decisiones sociales
- Resolución de cuestiones sociales
- Contribución al bienestar económico, el poder militar y el pensamiento social

- *Influencia de la ciencia escolar en la sociedad (en nuestro caso léase universidad):*

- Instituciones educativas
- Características de la ciencia escolar
- Culturas humanística y científica
- Ciencia ciudadana
- Divulgación social de la ciencia y empoderamiento social

171

Muchos de estos aspectos son susceptibles de ser analizados en cualquier controversia relacionada con el diseño y la implementación de un sistema de abastecimiento de agua. En estos sistemas las controversias y soluciones son muy frecuentes, tal como destacan Kramer, Wolf, Carius y Dabelko (2013: 10) respecto de los conflictos y la cooperación acerca de los sistemas de agua entre países: la mayoría de las controversias se resuelven de manera pacífica y mediante la cooperación, cuyos mecanismos de colaboración se logran mediante foros de negociaciones conjuntas, examinando las diferentes perspectivas e intereses para que salgan a la luz nuevas opciones de gestión y de soluciones para todos, se fomente la confianza mediante la colaboración y la investigación conjuntas, y se adopten decisiones con muchas más posibilidades de ser aceptadas por todas las partes interesadas, aun cuando no pueda llegarse a un consenso. Y en el nivel interno a los países, normalmente los mecanismos de solución son más fácilmente adoptados por la comunidad. Hoy día se encuentra disponible por Internet una vasta documentación de casos acerca de controversias, metodologías, experiencias

puntuales y evaluaciones, entre otras, alrededor del tema de la participación en agua.⁵ Si se revisan algunos de estos informes, se encontrará que en cada país iberoamericano hay una historia de temas asociados al agua: conflictos, proyectos, historias diversas sobre los sistemas de agua, grandes instalaciones hidráulicas, tipos de acueducto, entre otros asuntos; en donde la comunidad ha tenido un papel protagónico y en donde los ingenieros, entre otros expertos, han debido interactuar con ella.

Las categorías de NDC permiten identificar núcleos temáticos sobre los cuales se puede propiciar la reflexión y discusión alrededor de la relación tecnología y sociedad, y la manera como los grupos sociales interactúan en un sistema tecnológico. El análisis de casos, controversias, historias, las visitas a lugares en donde se ha desarrollado un conflicto, las experiencias de proyectos conjuntos entre expertos y comunidades, entre otros asuntos, permiten situar el contexto en donde se ha producido la interacción con las comunidades. El proceso participativo como tal, se puede analizar, incluso evaluar, teniendo presente asuntos como los que destacan Rowe y Frewer (2000): identificar los tipos de actores involucrados, conocer sobre la forma como se involucraron, revisar los diferentes momentos de la participación, en algunos casos conocer la evolución de los debates, los criterios de los actores sociales que fueron tenidos en cuenta para influir en las decisiones, las tareas y responsabilidades conjuntas e individuales según los grupos participantes, los criterios y mecanismos para tomar las decisiones, y la estructura institucional o gobernanza que facilitó y facilita esta clase de encuentros, entre otros aspectos.

172

Este tipo de análisis estaría alineado con la propuesta por Acevedo y García-Carmona (2016a), al referirse a la importancia de usar casos históricos como estrategias que permiten contextualizar de forma explícita la enseñanza de aspectos de la Naturaleza de la Tecnología -NDT-. Los casos históricos contribuyen a identificar los aspectos relativos a la manera en que ingenieros y tecnólogos se enfrentan a su trabajo. Asimismo, ilustran diversas cuestiones epistemológicas, ontológicas, axiológicas y sociológicas vinculadas a la comprensión de la NDT, al situar el contenido de la tecnología en un contexto humano, social y cultural más amplio.

Otras estrategias didácticas ensayadas en estos temas de la educación CTS para promover la participación pública, bien sea en temas del agua como en otros asuntos de interés, se relacionan con la construcción de casos simulados sobre controversias verosímiles (Martin, 2006). Los casos simulados permiten potenciar la motivación en el aula y propiciar la imaginación de posibles soluciones sobre controversias tecnocientíficas; en los casos siempre se propicia algún tipo de decisión

5. Por citar unos pocos ejemplos de Iberoamérica de los últimos años: Aguilar (2011); Aceros, Tirado y Miquel (2011); Belchior (2011); Berg (2013); CEPAL (2013); Charbit (2011); Córdova, Romo y Romero (2014); Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) (2007); González (2014); Johnston (ed.) (2012); Osorio (2015); Pérez-Vera y Ortiz-Torres (2013); Pignataro y Espínola (s/f); Ramírez (2013); Rojas *et al.* (2013); Sannazzaro (2011); Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales (2008); Subirats *et al.* (2011); UNESCO (2015); Useche (2012); *Water and Sanitation Program* (WSP) (2007); Wolkmer y Freiburger (2013).

sociotecnológica. También se han propuesto otras didácticas como la mediación (Osorio, 2009), con la que es posible construir experiencias en el aula en torno a un proceso que debe ser mediado, con actores en conflicto según sus visiones e intereses respecto de una cuestión de la ciencia y tecnología. También las noticias científicas constituyen un recurso muy útil cuando se trata de abordar la discusión sobre temas actuales de la ciencia y tecnología, en aspectos cognitivos y valorativos (Martin y Osorio, 2012; Carmona y Acevedo, 2016). De igual manera, la estrategia didáctica ampliamente conocida como el “ciclo de responsabilidad” (Waks, 1996) constituye una didáctica para el aprendizaje ético y la educación responsable en torno a la ciencia y tecnología en situaciones reales; en este caso se parte de una postura ética para abordar un problema específico de la comunidad, analizarlo, identificar soluciones y comprometerse con ellas. Sobre este último aspecto, el abordaje de situaciones reales, cabe la observación de Durbin (2003) cuando se refiere a la importancia del activismo como estrategia para paliar con los desequilibrios tecnocientíficos de la vida contemporánea.

A manera de cierre

Todos estos aspectos que hemos señalado sugieren la importancia de la participación en temas de ciencia como parte de la formación de los ingenieros, teniendo presente las lecciones sobre la participación en temas de agua potable. Incluir a las comunidades no expertas no es un mero acto político o ético, sino que puede enriquecer la investigación científica. Como señalan Funtowicz y Ravetz (1997):

173

“El conocimiento de las condiciones locales puede determinar qué datos son firmes y relevantes, y puede también ayudar a definir los problemas políticos. Tal conocimiento personal y local no les viene servido de ninguna fuente natural a los especialistas en la materia, cuyo adiestramiento y empleo les predispone a adoptar unas concepciones abstractas y generalizadas sobre el carácter genuino de los problemas y la relevancia de la información. Aquellos cuyas vidas y soluciones dependan de la solución de los problemas tendrán un conocimiento especial de cómo los principios generales se concretan en los ‘patios de sus casas’. También dispondrán de ‘hechos extendidos’, incluyendo anécdotas, análisis informales e información oficial publicada por medios no oficiales. Se puede objetar que carecen de conocimientos teóricos y que están sesgados por sus propios intereses, pero también se puede decir que los expertos carecen de conocimiento práctico y tienen sus propias formas inconscientes de sesgo” (Funtowicz y Ravetz, 1997: 159).

Aquí, como en muchos temas relativos a la educación, se sugiere la presencia de un profesorado formado y con una concepción del currículo que le permita decidir cuáles son los aspectos más apropiados a tratar en los diferentes contenidos de las asignaturas, para promover la construcción de conocimientos relativos a la participación social en temas de ciencia y tecnología.

Más allá de que el tema del agua sea un asunto específico que compete a un tipo de actividad profesional de la ingeniería, la ingeniería hidráulica, no se debe olvidar que la crisis del agua es multidimensional y requiere de un tratamiento interdisciplinario de carácter socio-técnico como parte de la comprensión y resolución de los problemas (Carvajal, 2008). El agua está en el centro del cambio climático, de ahí que aprender sobre las lecciones del agua en materia de participación, es aprender sobre como los ingenieros y las comunidades interactúan para buscar las soluciones a los graves problemas y desequilibrios ambientales y sociales que involucran a la ciencia y tecnología y especialmente a las estructuras económicas que favorecen estos desequilibrios.

Bibliografía

ACEROS, J., TIRADO, F. y MIQUEL, D. (2011): "Percepciones de los ciudadanos catalanes acerca de la participación del público y los expertos en las controversias sobre el agua", *Papers*. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/papers/article/viewFile/229242/310952>. Consultado el 4 de abril de 2015.

174

ACEVEDO, J. A. y GARCÍA-CARMONA, A. (2016a): "«Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 13, nº 1, pp. 3-19.

ACEVEDO, J. A. y GARCÍA-CARMONA, A. (2016b): "Una controversia de la historia de la tecnología para aprender sobre naturaleza de la tecnología: Tesla vs. Edison - La guerra de las corrientes-", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 34, nº 1, pp. 193-209.

AGUILAR, E. (2011): *Gestión comunitaria de los servicios de agua y saneamiento: su posible aplicación en México*, México D.F., Naciones Unidas. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/> Consultado el 5 de abril de 2015.

ASHBY, J. (1996): "What do we mean by participatory research in agriculture?", *New frontiers in participatory research and gender analysis. Proceedings of the international seminar on participatory research and gender analysis for technology development*, CIAT Publication, Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, nº 294, pp. 15-22.

ASOCIACIÓN IBEROAMERICANA DE INSTITUCIONES DE ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA (2014): *Tendencias en la formación de ingenieros en Iberoamérica*, Bogotá, Arfo Ed.

BANCO MUNDIAL (1978): "Towards a typology of popular participation", *Policy planning and program review Dept*, p. 16.

BELCHIOR, H. (2011): Comunicação ambiental nos Açores: planeamento dos recursos hídricos - informação e participação pública: os processos comunicativos entre os actores sociais e a sua influência para uma esfera pública activa, tesis de maestría, Universidad de Dos Açores, Ponta Delgada. Disponible en: <http://repositorio.uac.pt/>. Consultado el 2 de abril de 2015.

BERG, S. (2013): *Best practices in regulating State-owned and municipal water utilities*, Editorial ECLAC Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/>. Consultado el 3 de abril de 2015.

BISWAS, A. K. (2004): "From Mar del Plata to Kyoto: An analysis of global water policy dialogue", *Global Environmental Change*, vol. 14, pp. 81-88.

BRIKKÉ, F. (2000): *Operation and maintenance of rural water supply and sanitation systems, A training package for managers and planners, operation and maintenance network of the water supply and sanitation collaborative council*, Delft, IRC-World Health Organization.

BUCCHI, M. y NERESINI, F. (2008): "Science and public participation", en E. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch y J. Wacjman (eds.): *The handbook of science and technology studies*, Cambridge, The MIT Press, pp. 449-472.

CALLON, M., LASCOUMES, P. y BARTHE, Y. (2001): *Agir dans un monde incertain: Essai sur la démocratie technique*, París, Editions De Seuil.

175

CARVAJAL, Y. (2008): *Tendencias en la formación en ingeniería del agua en américa latina*, en *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, Enero-Diciembre. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231116372010>. Consultado el 13 de enero de 2016.

CASTRO, J. E. (2002): "La construcción de nuevas incertidumbres, tecnociencia y la política de la desigualdad: El caso de la gestión de los recursos hídricos", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, OEI, n° 2, Enero - Abril 2002.

CEPAL (2004): "Avances de América Latina y el Caribe hacia el desarrollo sostenible en los temas de: Asentamientos humanos, agua y saneamiento", Proceso Preparatorio de la Región de América Latina y el Caribe para la Decimosegunda Sesión de la Comisión Sobre el Desarrollo Sostenible (CDS -12), CEPAL, Santiago de Chile.

CEPAL (2013): *Acceso a la información, participación y justicia en temas ambientales en América Latina y el Caribe: situación actual, perspectivas y ejemplos de buenas prácticas*. Disponible en: http://www.cepal.org/rio20/noticias/noticias/9/49429/2013-246_pr10_acceso_a_la_informacion.pdf. Consultado el 2 de abril de 2015.

CHARBIT, C. (2011): "Governance of public policies in decentralised contexts. The multi-level approach", OECD, *Regional Development Working Papers*. Disponible en:

<http://www.oecd.org/gov/regional-policy/48724565.pdf> /. Consultado el 4 de abril de 2015.

COLOM DE MORÁN, E. y BALLESTEROS, M. (2003): *Gobernabilidad eficaz del agua: acciones conjuntas en Centro América*, Global Water Partnership.

CÓRDOVA, G., ROMO, M. y ROMERO, L. (2014): "Acción pública local y prácticas autogestivas en colonias sin agua entubada ni saneamiento, en el estado de Chihuahua", *Gestión y Política Pública*, vol. 13, n° 2, pp. 385-420. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13331693004/> Consultado el 2 de abril de 2015.

COWIE, G. y BORRETT, S. (2005): "Institutional perspectives on participation and information in water management", *Environmental Modelling & Software*, n° 20, pp. 469-483.

DURAN, G., FERRANDO, K., GALLO, A., GIULIANO, G. y RODRÍGUEZ, G. (2014): *Introducción a la ingeniería. Hacia la construcción de una propuesta formativa. I y II encuentro de cátedras de Introducción a la Ingeniería y afines*, Rosario, Universidad Nacional de Rosario Editora.

DURBIN, P. (2003): "Ética, ó como tratar democráticamente los problemas tecnosociales", *Isegoría: Revista de filosofía moral y política*, n° 28, pp. 19-32.

176 ESPLUGA, J.; BALLESTER, A.; HERNÁNDEZ, N. y SUBIRATS, J. (2011): "Participación pública e inercia institucional en la gestión del agua en España", *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, n° 134, pp. 3-26.

FONDO INTERNACIONAL DE DESARROLLO AGRÍCOLA (2007): *Gender and water, Securing water for improved rural livelihoods: The multiple-uses system approach*. Disponible en: http://www.ifad.org/gender/thematic/water/gender_water.pdf. Consultado el 3 de abril de 2015.

FONSECA, C. y BOLT, E. (2002): *¿Cómo apoyar la gestión comunitaria de sistemas de abastecimiento de agua?* Guía para administradores, Delft, IRC, Centro Internacional de Agua y Saneamiento, Serie de Documentos Técnicos, n° 37.

FUNTOWICZ, S. y RAVETZ, J. (1997): "Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas", en M. I. González, J. A. López e J. L. Luján (eds.): *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Editorial Ariel.

GÁLVIS, G. (1993): "Abastecimiento de agua potable", *Primer simposio Iberoamericano sobre gestión del agua*, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana.

GARCÍA-CARMONA, A. y ACEVEDO, J. (2016): "Learning about the nature of science using newspaper articles with scientific content. A study in initial primary teacher education, Sci & Educ. Consultado el 16 de mayo de 2016.

GONZÁLEZ, M. (2014): "Decentralization, community participation, and improvement of water access in Mexico", *Community Development*, vol. 45, n° 1, pp. 2-16. Disponible en: <http://marcelagr.gspia.pitt.edu/>. Consultado el 4 de abril de 2015.

HEINELT, H. (2002): "Achieving sustainable and innovative policies through participatory governance in a multi-level context", *Participatory Governance in Multi-Level Context*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, pp. 17-32.

HUGHES, T. P. (1983): *Networks of Power*, Baltimore, The John Hopkins University Press.

IZA, A. y ROVERE, M. (2006): *Gobernanza del agua en América del Sur: Dimensión ambiental*, UICN, Gland.

JOHNSTON, B. (2012): *Water, cultural diversity, and global environmental change emerging trends. Sustainable futures?*, Springer, UNESCO.

JOHNSON-CRAMER, M. y PHILIPS, R. (2005): "Stakeholders", en C. Mitcham (ed.): *Encyclopedia of science, technology, and ethics*, vol. 4, Macmillan, pp. 1853-1855.

KOLMOS, A. (2011): "New trends in engineering education: Mega projects and globalization", *Proceedings of the 1st EUCEET Association Conference*, Patras, Greece.

KRAMER, A., WOLF, T., CARIUS, A. y DABELKO, G. (2013): "Cooperación y conflictos en torno al agua: claves para manejarlos", *Un Mundo de Ciencia*, vol. 11, n° 1, enero-marzo.

177

LAFUENTE, A. (2007): *El carnaval de la tecnociencia. Diario de una navegación entre las nuevas tecnologías y los nuevos patrimonios*, Madrid, Gadir Editorial.

MARAGHY, W. H. (2011): "Future trends in engineering education and research", en G. Seliger *et al.* (eds.): *Advances in Sustainable Manufacturing: Proceedings of the 8th Global Conference 11 on Sustainable Manufacturing*, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag.

MARTÍN, M. (2006): *Controversias tecnocientíficas. Diez casos simulados sobre ciencia, tecnología, sociedad y valores*, Madrid, Octaedro-OEI.

MARTÍN, M. y OSORIO, C. (2012): "Comunidad de educadores iberoamericanos para la cultura científica. Una red para la innovación", *Revista Iberoamericana de Educación, Monográfico: Educación para la cultura científica*, Enero-Abril.

MAYNTZ, R. (1998): "Nuevos desafíos de la teoría de governance", *Instituto Internacional de Gobernanza de Cataluña*. Disponible en: <http://www.iigov.org>. Consultado el 2 de febrero de 1998.

MÉNDEZ-FAJARDO, S.; OPAZO, M.; ROMERO, Y. y PÉREZ, B. (2011): "Metodología para la apropiación de tecnologías de saneamiento básico en comunidades indígenas", en *Cuadernos de Desarrollo Rural*, vol. 8, n° 66, pp. 153-176. Disponible

en: <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/1667/1067>. Consultado el 20 de abril de 2015.

ODELL, B. (2014): "Shaping the future of undergraduate engineering education". Disponible en: <http://www.hok.com/uploads/2014/07/25/stwhitepapersengineering-edfinal85x11.pdf>. Consultado el 10 de junio de 2016.

OECD (2009): *Policy responses to the economic crisis: Investing in innovation for long-term growth*, OECD.

OECD (2010): *Working paper 21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries*, EDU Working paper nº 41, París, OCDE.?

OSORIO, C. (2009): "La participación pública en sistemas tecnológicos: Lecciones para la educación CTS", en M. Martín (coord.): *Educación, ciencia, tecnología y sociedad, Documentos de Trabajo*, nº 3, Madrid, OEI.

OSORIO, C. (2015): *La gestión del agua. Implicaciones de la participación de expertos y ciudadanos*, Madrid, La Catarata-OEI.

OSORIO, C. y MARTINS, I. (2011): "La educación científica y tecnológica para el Espacio Iberoamericano de Conocimiento", en M. Albornoz y J. A. López (eds.): *Ciencia, tecnología y universidad en Iberoamérica*, Buenos Aires, Eudeba-Universidad de Buenos Aires-OEI.

178

PACEY, A. (1983): *La Cultura de la tecnología*, México, Fondo de Cultura Económica.

PERALES, H. (2014): "Agua y saneamiento autoconstruido en La Paz (Bolivia)", en *Integra Educativa*, vol. 8, nº 1, pp. 139-156. Disponible en: <https://www.academia.edu/>. Consultado el 22 de abril de 2015.

PÉREZ-VERA, A. y ORTIZ-TORRES, B. (2013): "Participación ciudadana en la transformación del manejo del agua en Puerto Rico", *Revista Puertorriqueña de Psicología*, vol. 24, pp. 1-16. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2332/233227551007.pdf>. Consultado el 3 de abril de 2015.

PHILIPS, R. (2003): *Stakeholder theory and organizational ethics*, San Francisco, Berrett-Koehler.

PIGNATARO, G. y ESPÍNOLA, J. (s/f): "El monitoreo ambiental ciudadano: Espacio para la educación y la participación social en la calidad del agua de las cuencas de Montevideo". Disponible en: <http://www.fnca.eu/biblioteca-del-agua/documentos/documentos/1306271428-1917.pdf> /. Consultado el 3 de abril de 2015.

RAMÍREZ, A. (2013): "Participación indígena: Desarrollo y alcances en torno a la participación ambiental", *Revista Ius et Praxis*, vol. 19, nº 2, pp. 251-300. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/iusetp/v19n2/art08.pdf>. Consultado el 4 de abril de 2015.

RENN, O., WEBLER, T. y WIEDEMANN, P. (1995): "A need for discourse on citizen participation: objectives and structure of the book", en O. Renn, T. Webler y P. Wiedemann (eds.): *Fairness and competence in citizen participation*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

RESTREPO, I. (2004): "Tendencias mundiales en la gestión de recursos hídricos: Desafíos para la ingeniería del agua", *Ingeniería y Competitividad*, vol. 6, n° 1.

ROJAS, J., PÉREZ, M., TADEO, M., MADERA, C., GUIMARÃES, M. y DOS SANTOS, R. (2013): "Análisis comparativo de modelos e instrumentos de gestión integrada del recurso hídrico en Suramérica: Los casos de Brasil y Colombia", *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, vol. 8.

ROWE, G., y FREWER, L. (2005): "A typology of public engagement mechanisms", *Science, Technology, & Human Values*, vol. 30, n° 2, pp. 251-290.

SANNAZZARO, J. (2011): "Controversias científico-públicas. El caso del conflicto por las "papeleras" entre Argentina y Uruguay y la participación ciudadana", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 6, n° 17. Disponible en: <http://revistacts.net/>. Consultado el 5 de abril de 2015.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (2008): *Estrategia Nacional para la Participación Ciudadana en el Sector Ambiental*, México. Disponible en: <http://www.oei.es/decada/enapci.pdf> /. Consultado el 3 de abril de 2015.

179

UNESCO (2015): *Public participation and water resources management: Where do we stand in international law?*. Disponible en: http://www.unige.ch/droit/eau/une/public/Publication_Participationdupublic.pdf. Consultado el 1 de abril de 2015.

UNITED NATIONS CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS (1996): *An urbanising world: Global report on human settlements*, Oxford, Oxford University Press.

USECHE, C. (2012): "Agua y saneamiento rural: Oportunidades para la participación comunitaria en Colombia", *Banco Interamericano de Desarrollo*. Disponible en: <http://publications.iadb.org>. Consultado el 2 de abril de 2015.

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

WATER AND SANITATION PROGRAM. (2007): *Agua, género y ciudadanía. Incluyendo a hombres y mujeres en la gestión de los servicios de agua y saneamiento*, Lima, Editorial S.A.C. Disponible en: <http://www-wds.worldbank.org/>. Consultado el 1 de abril de 2015.

WEBLER, T. y RENN, O. (1995): "A brief primer on participation: Philosophy and practice", en O. Renn, T. Webler y P. Wiedemann (eds.): *Fairness and competence in*

citizen participation: Evaluating models for enviromental discourse, Netherlands, Springer, pp. 17-33.

WILLISON, L. (2016): "Three trends in engineering education". Disponible en: <http://www.tgdaily.com/social/134821-three-trends-in-engineering-education#7Fd0LATyIXVcYP2r.99>. Consultado el 10 de junio de 2016.

WOLKMER, M. y FREIBERGER, N. (2013): "Política nacional de recursos hídricos: governança da água e cidadania ambiental", *Seqüência (Florianópolis)*, nº 67, pp. 165-198. Disponible en: <https://periodicos.ufsc.br/>. Consultado el 5 de abril de 2015.

WORLD COMMISSION FOR WATER IN THE 21ST CENTURY. (2000): "A water secure world: Vision for water, life and the environment". Disponible en: <http://www.serageldin.com/CommissionReport.pdf>. Consultado el 10 de marzo de 2016.

WWAP. (2015): *Agua para un mundo sostenible*. Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015, Unesco.