

**LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN CIENCIAS EXACTAS Y  
NATURALES: PERSPECTIVA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD**

*(THE TRAINING OF TEACHERS IN EXACT AND NATURAL SCIENCES:  
SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY PERSPECTIVE)*

Silvia PORRO\*

**RESUMEN**

La enseñanza de las ciencias exactas y naturales sigue siendo cuestionada desde varios sectores de la sociedad, y no hay acuerdos en su finalidad. Uno de los problemas que aún sigue concentrando la atención de las personas que investigamos en educación científica y tecnológica es la formación del profesorado en los distintos niveles educativos. Esta formación, en la mayoría de los casos, sigue transmitiendo una visión clásica de la ciencia, que se traduce en las actitudes del profesorado al respecto y, consecuentemente, en su forma de enseñar. Si se quiere formar una ciudadanía crítica y preparada para tomar decisiones sobre temas científico-tecnológicos, habría que cambiar la visión sobre la Naturaleza de la Ciencia (NdC) que tiene el profesorado. Una de las perspectivas que están de acuerdo con ese objetivo es la denominada Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). En este artículo trato de ofrecer ideas sobre este tema abordando diferentes aspectos del mismo y menciono los obstáculos y dificultades que se encuentran para modificar la visión del profesorado. Educar para la sostenibilidad es un reto, y para lograrlo deberíamos dejar de enseñar conceptos descontextualizados, utilizando en cambio ejemplos de la vida cotidiana; habría que incluir cuestiones socio-científicas en las clases para que el estudiantado dejara de creer que la ciencia y las personas que la construyen son neutrales. Como propuesta para contribuir a ello, presento brevemente el proyecto "Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología". Por último, me refiero a cuestiones de género, como la infrarrepresentación de las mujeres en el sector científico, ya que en el mismo aún existe una segregación vertical importante, y creo que la perspectiva de géneros debe tenerse en cuenta para repensar pedagógicamente la educación científica y tecnológica.

**Palabras Clave:** Formación del profesorado, educación científica y tecnológica, naturaleza de la ciencia, perspectiva CTS.

---

\* Universidad Nacional de Quilmes - Roque Sáenz Peña 352 – CP 1876 – Bernal - Buenos Aires - Argentina. **Correo Electrónico:** sporro@unq.edu.ar

## ABSTRACT

*The teaching of the exact and natural sciences continues to be questioned from various sectors of society, and there are no agreements in their finality. One of the problems that continues to concentrate the attention on the people we investigate in science and technology education is the training of teachers at different educational levels.*

*This training, in most cases, continues transmitting a classic view of science, which is translated into the teachers' attitudes towards it and, consequently, its teaching. If you want to form a critical citizenry and prepared to make decisions on scientific-technological issues, you should change the view on the Nature of Science (NdC) that the Teaching Training College has. One of the perspectives that are in agreement with this objective is the denominated Science, Technology and Society (STS). In this article I try to offer ideas on this topic by addressing different aspects and mention the obstacles and difficulties that are found to modify the vision of teachers. Educating for sustainability is a challenge, and in order to achieve this we should stop teaching decontextualized concepts, instead using examples of everyday life; it would be necessary to include socio-scientific questions in the lessons so that the student did not believe that the science and the people who construct it are neutral. As a proposal, I briefly present the project "Education of scientific, technological and critical thinking skills through the teaching of science and technology." Finally, I am referring to gender issues, such as the underrepresentation of women in the scientific sector, as there is still a significant vertical segregation in the sector, and I believe that the gender perspective must be taken into account to rethink pedagogically scientific education and technological.*

**Key Words:** *Teacher training, science and technology education, nature of science, STS perspective.*

## FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

La formación inicial y en ejercicio del profesorado es un ámbito clave de la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (De Pro Bueno, 2009) y, en nuestro contexto educativo, permanentemente justificable por los cambios institucionales que se producen con mayor frecuencia que lo deseable.

La perspectiva Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) debería ser tenida en cuenta en la formación de maestras y maestros de la escuela primaria, ya que en ese nivel educativo es fundamental que las ciencias naturales sean enseñadas al alumnado partiendo de situaciones de su vida cotidiana. Sin embargo, esto dista mucho de ser así; Eugenio Gozalbo y col. (2016) hicieron una investigación acerca de la formación de maestros y maestras de educación inicial y primaria, y encontraron que la enseñanza de las ciencias sigue alejada de las aspiraciones de la alfabetización científico-tecnológica, que se considera una prioridad en la educación

de la ciudadanía para la toma de decisiones independientes fundamentadas en torno a problemas que afectan a la humanidad y revisten serias implicaciones éticas.

En la formación del profesorado de escuela secundaria también debería darse importancia al enfoque CTS. Perales Palacios et al. (2014) proponen un listado de competencias específicas para la formación inicial del profesorado de ciencias experimentales de educación secundaria, entre las que incluyen “ayudar a la construcción de una visión de las relaciones CTS complejas, huyendo de las lineales y simplistas, contribuyendo a un concepto de ciencia y tecnología como procesos sociales y considerando la cultura científica como parte indisoluble de la cultura humana” (Perales Palacios et al., 2014).

## **DIFICULTADES Y OBSTÁCULOS**

Entre las competencias que proponen Perales Palacios et al. (2014) también se encuentra el usar la innovación e investigación educativas para identificar los problemas relativos a la enseñanza y aprendizaje. Oliva Martínez (2009) investigó los obstáculos que, en opinión del profesorado de secundaria, dificultan su participación activa en tareas de lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias. Encontró que algunos de los obstáculos aludidos proceden de constricciones en la incorporación del profesorado a este tipo de dinámicas (escaso interés, carencias formativas; intercomunicación entre colegas, tiempo; etc.), mientras que otros radican en las propias dificultades intrínsecas que afectan a los procesos de innovación y de investigación en sí (falta de confianza, dificultades de concreción del objeto investigado, falta de fundamentación teórica, problemas en la elaboración y redacción de síntesis de proyectos e informes sobre lo investigado, etc.). El mismo autor (Oliva Martínez, 2012) analiza las dificultades intrínsecas que surgen una vez que el profesorado decide implicarse en este tipo de tareas y se enfrenta a las labores propias de este tipo de procesos. Los problemas detectados en este caso se deben, entre otras razones, a profundas dudas a la hora de elegir un tema, dificultades en la concreción del objeto de estudio investigado, falta de fundamentación teórica y problemas en la redacción escrita del trabajo realizado.

En paralelo a esto, la didáctica de las ciencias debería hacer también un esfuerzo de autocrítica encaminado a dilucidar en qué medida las líneas de investigación emprendidas y desarrolladas con mayor énfasis, han conectado o no con los intereses y preocupaciones profesionales de ese profesorado al que se dice que va en gran parte dirigida. De alguna manera, este tipo de investigación educativa, debería ser, en su mayoría, investigación aplicada, que permita una retroalimentación entre los resultados de la investigación y lo que sucede en el aula. Pero para ello, el profesorado de todos los niveles educativos debería estar actualizado, accediendo a lo que se publica en las revistas especializadas e intentando adaptarlo a su contexto para desarrollarlo en las aulas.

Otra dificultad es el frecuente olvido de la educación tecnológica, ya que uno de los múltiples objetivos de la misma en el marco CTS es contribuir a la mejora de la comprensión pública de la naturaleza de la tecnología. Acevedo Díaz

---

Silvia PORRO (2010) hace hincapié en las posibilidades que tiene la Historia de la Tecnología en este tema, aclarando e ilustrando las relaciones mutuas entre la sociedad y las innovaciones tecnológicas. Este autor afirma que “Esta perspectiva también es necesaria para entender mejor cómo se producen y se desarrollan socialmente las innovaciones tecnológicas y qué impactos provocan en la sociedad. Para ello se puede acudir a los issues -los controvertidos problemas sociales del mundo actual relacionados con la ciencia y la tecnología- y al análisis de casos históricos del desarrollo técnico y tecnológico -el estudio de la técnica y la tecnología en la historia-“ (Acevedo Díaz, 2010).

### **CREENCIAS Y OPINIONES DEL PROFESORADO**

Las creencias y las opiniones del profesorado acerca de los temas que se enseñan influyen sobre qué se enseña y de qué forma se hace. En un artículo donde describe qué se investiga sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales en el contexto educativo, De Pro Bueno (2009) expone que los temas más abordados son “conocimientos del profesorado”, “creencias del profesorado”, “competencias profesionales”, “naturaleza de las ciencias” y “relaciones CTSA”. Evidentemente, si esto es así, es porque lo que piense el profesorado acerca de lo que enseña aún no conforma a los especialistas de la educación en ciencias.

Hace algunos años, participamos del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, Tecnología y Sociedad (PIEARCTS), que fue desarrollado por grupos de investigación de Argentina, Brasil, Colombia, España, México, Panamá y Portugal, y su objetivo fue identificar las actitudes hacia la NdC del profesorado y el estudiantado de los diferentes niveles educativos (se excluyó el estudiantado de escuela primaria) de los países participantes, para diseñar cambios curriculares y de formación del profesorado, así como promover políticas públicas para mejorar dichas actitudes, cuando éstas no sean adecuadas. En el PIEARCTS se han utilizado 30 cuestiones del COCTS (Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, COCTS, desarrollado por Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001), en dos formas de cuestionarios y se les ha aplicado a estudiantes (divididos en dos grupos: de bachillerato y de estudios universitarios o de profesorado) y profesorado (en ejercicio de diversos niveles, edades y especialidades).

Los resultados del mismo fueron publicados en un libro electrónico por la Organización de Estados Iberoamericanos (Bennáassar Roig et al., 2011). Allí se encontraron algunas debilidades en las actitudes del estudiantado y profesorado iberoamericano hacia los temas CTS. Por ejemplo, Rueda Alvarado y col. (2009), se centraron en las opiniones sobre las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) del profesorado de dos niveles educativos públicos: el bachillerato y el universitario. La conclusión más importante de este trabajo es que encontraron una visión inadecuada relativamente similar en las dos muestras. Sin embargo hallaron diferencias en los aspectos más sociales de la NdC, en los que el profesorado del bachillerato tiene una mejor evaluación, y en los de definición científica, en

los que están mejor los profesores del nivel universitario. Los dos grupos tuvieron visiones inadecuadas tanto en lo referente a la tecnología y a los aspectos de género, como en los factores epistemológicos.

Fuera de este proyecto, Ramírez Sánchez y Jiménez Becerra (2009) investigaron las creencias asociadas a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Estos autores llegaron a conclusiones significativas, con las que concuerdo y por eso incluyo textualmente:

- Para la población que participó del estudio el concepto de tecnología se halla en relación directa con la ciencia y depende de ésta; se estima su papel como factor generador de bienestar social y con algún tipo de poder para incidir en los problemas más acuciosos de la sociedad, ..., es decir se advierte una creencia orientada hacia el determinismo tecno-científico.
- Más que una postura crítica frente a la tecnología, se observa una especie de temor a ser remplazado de su labor docente; se asume esta tecnología como una moda o necesidad impuesta desde fuera; al no tener un balance crítico sobre su origen e implicaciones, finalmente queda como un fin en sí mismo.
- Del estudio se desprende que un profesor sea bueno o malo no depende de la tecnología; su papel va más allá de la aplicación de la misma tecnología.
- Entre los encuestados se halla coincidencia en que la tecnología se desarrolla independientemente de los juicios de valor propios de la cultura; no obstante conciben que los proyectos en tecnología siempre están influenciados por intereses políticos, ambientales, económicos e ideológicos, propios de la cultura en que se desarrollan.
- Al abordar el determinismo tecnológico se plantea la necesidad de reflexionar acerca del mito de la tecnología y con ella sobre el bienestar que brinda a la sociedad, sobre las responsabilidades que la sociedad adquiere con la aplicación de las nuevas tecnologías y su efecto frente al manejo adecuado de los recursos naturales.
- Las y los profesores consideran necesario tener en cuenta las implicaciones sociales de las tecnologías; es importante que hay debate permanente entre las relaciones existentes entre el tipo de tecnología, los especialistas y la sociedad civil, asumiendo una actitud estándar ante la tecnología.
- Los encuestados creen que las personas mejor adaptadas a una sociedad, son aquellas que tienen conocimiento y usan las TIC.
- Mientras haya mayor desarrollo y expansión de las TIC, habrá mayor bienestar social. Sin embargo, creen que las personas entre más aprenden y usan las TIC, tienden a aislarse de la sociedad; que su uso tiende a frenar la imaginación, pero no encuentran referentes claros que permitan pasar a un papel práctico de las TIC en la pedagogía; no obstante existen experiencias en ciencias básicas, en que profesores manifiestan que su aplicación es una buena contribución para el aprendizaje de los alumnos. Los profesores infieren la construcción del ámbito pedagógico y la importancia de las TIC en relación con su experiencia con otras tecnologías.
- Los encuestados creen que el uso de las TIC en el contexto universitario es problemático, pues la gente confunde el uso real con el imaginario al interactuar con la máquina.

- Se presenta clara preferencia entre los encuestados por la educación tradicional sobre la educación apoyada en las TIC” (Ramírez Sánchez y Jiménez Becerra, 2009).

## **LA ENSEÑANZA DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO**

En este momento, nuestro grupo de investigación está implicado en un proyecto de investigación internacional, el CYTPENCRI (Educación de las competencias científica, tecnológica y pensamiento crítico mediante la enseñanza de temas de naturaleza de ciencia y tecnología) que pretende contribuir a la mejora de la formación del profesorado aportando innovaciones desde una perspectiva CTS.

El pensamiento crítico es un constructo formado por un conjunto de habilidades cognitivas de alto nivel, donde se incluyen sus propios procesos de regulación y metacognición, cuyo dominio se considera clave para pensar bien y cuya transversalidad las hace valiosas en múltiples tareas. Las relaciones entre pensamiento crítico y competencias curriculares, tanto en educación secundaria como superior son casi auto-evidentes; por ejemplo, la descripción de la competencia científica usualmente se identifica con el pensamiento crítico, la matemática está ligada a la resolución de problemas, la autonomía e iniciativa personal a la toma de decisiones (qué hacer o qué pensar), aprender a aprender está relacionada con autoregulación y metacognición y la competencia lingüística con la argumentación. Así pues, el primer fundamento del proyecto es la educación de las competencias claves.

En la educación científica, las destrezas constitutivas del pensamiento crítico y las habilidades, valores y rasgos mencionados en los currículos escolares de ciencias de los diversos niveles educativos (razonar, argumentar, reconocer pruebas, validar conocimiento, etc.) como propios del pensamiento científico, muestran una evidente concomitancia entre sí. Además, las destrezas de pensamiento crítico son importantes porque su transversalidad facilita el aprendizaje de los conceptos, teorías, procesos, valores y rasgos epistémicos de la ciencia. Estos valores y rasgos de ciencia y tecnología (CyT) se denominan contenidos “acerca” de CyT: como validan sus conocimientos y como impactan sobre el mundo actual, y se etiquetan en la literatura como naturaleza de la ciencia y tecnología, que engloba cuestiones de historia, epistemología y sociología de CyT y las relaciones de la sociedad con CyT (CTS), todas ellas cuestiones complejas e innovadoras, por su carácter abierto y dialéctico, que las hace apropiadas como contexto de formación del pensamiento crítico; a su vez, las destrezas de pensamiento crítico desarrolladas contribuyen a mejorar la comprensión de la NdC.

Otro fundamento teórico es el conocimiento didáctico del contenido (CDC), concepto que aglutina y aplica las destrezas de pensamiento del profesorado a sus propias creencias y su práctica educativa, como elemento de desarrollo profesional docente. El CDC es un indicador de la capacidad docente del profesorado

para la apropiación de innovaciones en el aula (como son educar destrezas de pensamiento crítico y la comprensión de la NdC).

El objetivo del proyecto es analizar el desarrollo de destrezas de PC a partir de la enseñanza de temas de NdC. Para ello se desarrollan herramientas para enseñar a pensar bien a estudiantes y profesorado de diversos niveles educativos desde un contexto de enseñanza de temas de NdC. Se crean y aplican instrumentos de evaluación e intervención didáctica que contienen andamiajes para mejorar el desarrollo del PC. Todos los instrumentos se aplican mediante un diseño cuasi-experimental longitudinal pre-test /post-test con un grupo de control para evaluar las mejoras de las diferentes destrezas implicadas.

El proyecto es aplicado por un equipo multidisciplinar internacional, formado por grupos de varios países e instituciones, que desarrollan y aplican colaborativamente el plan de investigación. Las personas que dirigen el proyecto, Angel Vázquez-Alonso y María Antonia Manassero- Mas de la Universidad de las Islas Baleares (España), son referentes en este campo y me permito entonces incluir algunos de los resultados obtenidos recientemente en sus investigaciones publicadas. Vázquez-Alonso y María Antonia Manassero- Mas (2016), investigaron la aplicación de unas actividades de desarrollo curricular de temas CTS, que constituyen aprendizajes básicos en la formación del profesorado, como base para promover la reflexión y el debate didácticos que a su vez son los instrumentos para formar explícitamente al profesorado sobre un tema corto y específico de CTS. La investigación se ajustó a un diseño longitudinal pre-post-test, cuyo tratamiento es la intervención de formación del profesorado (actividades de reflexión y análisis de una secuencia de aprendizaje sobre el tema) realizada antes de la segunda evaluación (post-test) para comprobar los cambios producidos. Participaron diez estudiantes (seis mujeres y cuatro hombres) del Master Universitario de Formación Inicial del Profesorado de secundaria (de cursado obligatorio en España para quienes dan clase en ese nivel educativo), entre 24 y 29 años, graduados en ciencias físicas (2), químicas (5), ambientales y biología (3). Quienes participaron no conocían el diseño experimental del estudio y no habían recibido formación previa en filosofía, historia, o sociología de la ciencia, de modo que los efectos observados puedan ser atribuibles a la intervención didáctica o tratamiento aplicado.

El profesorado debió expresar su acuerdo/desacuerdo con algunas de las cuestiones del COCTS, mediante una escala Likert. Las cuestiones aplicadas como pre-test y post-test para evaluar la eficacia de la intervención didáctica con el profesorado fueron:

- Ciencia como Proceso (cuestión 10113), El proceso de hacer ciencia se describe mejor como...: (varias opciones)
- Características de Científicos (cuestión 60211), El mejor científico es siempre de mentalidad abierta, imparcial y objetivo en su trabajo. Estas características personales son necesarias para hacer mejor ciencia.
- Controversias Cierre por hechos (cuestión 70221), Cuando se propone una nueva teoría científica, los científicos deben decidir si la aceptan o no. Su decisión se basa objetivamente en los hechos que apoyan la teoría; no está influida por sus sentimientos subjetivos o por motivaciones personales.

- Universalidad de ciencia, Personalidad científicos de científicos (cuestión 70611), Con los mismos conocimientos básicos, dos científicos pueden desarrollar la misma teoría independientemente uno de otro. El carácter del científico NO influye en el contenido de una teoría.
- Universalidad de ciencia, Científicos brillantes (cuestión 70621), Algunos científicos brillantes como Einstein tienen una manera personal y peculiar de ver las cosas. Estos puntos de vista creativos determinan cómo interpretan las cosas otros científicos en el mismo campo.
- Observaciones y carga teórica (cuestión 90111), Las observaciones científicas hechas por científicos competentes serán distintas si éstos creen en diferentes teorías.
- Provisionalidad (cuestión 90411), Aunque las investigaciones científicas se hagan correctamente, el conocimiento que los científicos descubren con esas investigaciones puede cambiar en el futuro.
- Método científico (cuestión 90611), Cuando los científicos investigan, se dice que siguen el método científico. El método científico es...
- Investigaciones científicas, Utilidad (cuestión 90621), Los mejores científicos son los que siguen las etapas del método científico.
- Investigaciones científicas Acumulativas (cuestión 90631), Los descubrimientos científicos ocurren como resultado de una serie de investigaciones, cada una se apoya en la anterior, y conduce lógicamente a la siguiente, hasta que se hace el descubrimiento.

Según Vázquez y Manassero (2016), después de la aplicación de la secuencia de enseñanza- aprendizaje se obtienen resultados modestos pero decisivos:

“Sobre los cien indicadores de evaluación de los diez profesores en las diez cuestiones se ha encontrado que la mayoría de los indicadores (60%) son positivos (cambio conceptual de mejora). También una mayoría de cuestiones (6) y una mayoría de profesores (7) logran mejorar sus concepciones, aunque en grados variables. Los profesores y las cuestiones que mejoran/ empeoran exhiben también cuestiones o profesores con empeoramientos/ mejoras relevantes, lo cual es un indicador de la complejidad y dificultades del cambio conceptual en CTS. Las cuestiones que mejoran globalmente en el grupo de profesores son: 90611 (Método científico), 90621 (Investigaciones científicas Utilidad) y 90631 (Investigaciones científicas Acumulativas). Las cuestiones que empeoran globalmente en el grupo de profesores son: 70221 (Controversias Cierre por hechos), 90411 (Provisionalidad) y 70621 (Universalidad de ciencia, Científicos brillantes). Sin embargo, la magnitud global de la mejora en las tres cuestiones que mejoran más es casi cuatro veces mayor que en la magnitud global del descenso en las tres cuestiones más negativas. Estos resultados deben valorarse en el contexto de la sencillez de la experiencia realizada.” (Vázquez y Manassero, 2016).



El diagnóstico del estudio pone de manifiesto la dificultad del profesorado para cambiar algunos de sus concepciones previas, pero también la dificultad de mantener las concepciones iniciales adecuadas (casos de empeoramientos). Los empeoramientos son indicadores de que las concepciones adecuadas previas no son sólidas, y este resultado sugiere que debería ampliarse la ayuda para mantener las ideas previas adecuadas y los matices que caracterizan una comprensión adecuada de CTS con actividades adicionales de argumentación, discusión y conclusión. La proyección más útil de este estudio es la propuesta de un modelo de formación en CTS para el profesorado que se basa en el desarrollo de una competencia general (planificación explícita de secuencias de enseñanza) complementada con actividades de reflexión sobre la realimentación de sus propias respuestas. Por otro lado, el instrumento y los datos recogidos permiten la continuación natural de este estudio mediante la profundización y ampliación de nuevos análisis, similares a los presentados, pero basados en los índices de cada una de las sentencias de cada cuestión, las cuales, por ser más específicas, permitirían una mayor concreción y precisión en el análisis del cambio conceptual de los profesores sobre CTS.

## **PERSPECTIVA DE GÉNEROS**

En América Latina, a partir de los años noventa los indicadores en ciencia y tecnología comenzaron a incluir asuntos como las características sociodemográficas de las personas que realizan investigación científica, entre las que se encuentra el género (Daza y Pérez Bustos, 2008). Según estas autoras:

“En líneas generales, estos indicadores y los estudios realizados a partir de su análisis han identificado patrones de discriminación –implícitos y explícitos– que obstaculizan la profesionalización de la mujer y su promoción académica e investigadora, llevando a que la mujer esté aun escasamente representada en la ciencia, particularmente en las categorías más altas. Estos patrones se repiten independientemente del grado de desarrollo económico de los países, su inversión en ciencia y tecnología, e incluso sus legislaciones en equidad de género” (Daza y Pérez Bustos, 2008).

La infrarrepresentación de las mujeres en la actividad científica, está relacionada con diversos factores, uno de los cuales es lo que Pérez Bustos (2010) llama feminización cultural de las prácticas educativas. Esta autora afirma que “ciertos modelos educativos se vuelven dispositivos y se despolitizan a escala global operando como mecanismos que reproducen esquemas estandarizados, universalizantes, homogeneizadores de la cultura, mecanismos que invisibilizan el potencial político de la práctica pedagógica, instrumentalizándola, volviéndola banal, un artilugio de mercado” (Pérez Bustos, 2010).

Estos sesgos de género en la educación, retroalimentarían el diferente interés por las carreras científico-tecnológicas de los adolescentes. Vázquez y Manassero (2008) dicen al respecto: “El desarrollo subyacente a los radicales

cambios afectivos propios de la adolescencia, además, procede generando profundas diferencias entre chicos y chicas en ritmos y formas de los cambios: por lo general, las chicas maduran emocionalmente antes, y de manera diferente que los chicos. Estas diferencias afectan particularmente a la ciencia y la tecnología (en adelante CyT), por la reconocida marca de género atribuida a CyT, según la cual ambas se estereotipan como disciplinas y profesiones masculinas, es decir, que se perciben como más propias de hombres que de mujeres, y en consecuencia, las mujeres son minoría en ellas .... Posiblemente debido a esta diferencia, el decrecimiento del interés de los jóvenes hacia la CyT se realiza en la adolescencia con un perfil marcadamente diferenciado entre chicos y chicas: los chicos mantienen una actitud más positiva y mejor rendimiento en CyT que las chicas, mientras éstas rechazan crecientemente la CyT y obtienen peor rendimiento (a pesar de que las chicas superan ampliamente a los chicos en el rendimiento de otras materias, especialmente el lenguaje). La depresión actitudinal de la adolescencia, pues, afecta especialmente a las mujeres, que exhiben sistemáticamente actitudes más bajas que los hombres, porque la ciencia representa un conflicto añadido con su rol de género .... Algunos estudios, incluso, aportan también matices específicos sobre estas diferencias de género, pues atribuyen a las chicas actitudes hacia la ciencia más positivas que los chicos en primaria y al comienzo de la educación secundaria...; otros sugieren que el descenso de las actitudes de las chicas en secundaria podría ser mayor que el de los chicos, especialmente en física...” (Vázquez y Manassero, 2008).

Para cambiar este panorama, es vital orientar la investigación y la acción política en el desarrollo de estrategias innovadoras: necesitamos nuevas reglas para un juego muy diferente (Morley, 2013). Como opina Vázquez Cupeiro (2015), “La escasa participación de las mujeres en la ciencia, base del bienestar social en los países desarrollados, supone desaprovechar gran parte de la inversión social e individual en capital humano e ir en detrimento de la formulación de nuevas perspectivas científicas innovadoras y de calidad. Promover la diversidad a través de la participación equitativa de hombres y mujeres no es, por lo tanto, una cuestión únicamente de justicia social sino también de aprovechamiento de talento, desarrollo socioeconómico y competitividad. Para ello es necesario diseñar y poner en marcha estrategias de intervención global, estables y duraderas, dirigidas a impulsar un sistema de CyT marcado por la equidad y la excelencia” (Vázquez Cupeiro, 2015).

Está claro que las cuestiones de género constituyen una problemática aún no resuelta en el campo científico-tecnológico, y aquí también las opiniones del profesorado al respecto se transmiten en el aula e influyen sobre la sociedad toda.

## **REFLEXION FINAL**

Si realmente queremos una ciudadanía preparada para opinar con fundamento sobre las cuestiones científicas y tecnológicas que se nos presentan cotidianamente en los diferentes ámbitos de la sociedad, y que puedan comprender

cuáles son los alcances de las decisiones gubernamentales que se toman a nivel municipal, provincial, nacional o internacional, acerca de temas ambientales (minería, cultivos genéticamente modificados, etc.), de salud y de nutrición, entre otros, debemos cambiar la forma en que enseñamos las ciencias exactas y naturales. Para ello es fundamental modificar la visión de la naturaleza de la ciencia. Es necesario entonces formar a un profesorado que logre enseñar las ciencias exactas y naturales de forma contextualizada, que relacione la ciencia y la tecnología con los problemas que cada día enfrenta la sociedad; a ello nos ayudará la inclusión de una perspectiva CTS en los programas de formación de los profesorado.

## **BIBLIOGRAFIA**

ACEVEDO DÍAZ, JA (2010) ¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la Educación CTS? *Praxis Pedagógica*, 11, 32-39.

DAZA, S y PÉREZ BUSTOS, T (2008) Contando mujeres. Una reflexión sobre los indicadores de género y ciencia en Colombia. *Antropol. Sociol.*, 10, 29-51.

BENASSAR ROIG, A; VAZQUEZ ALONSO, A; MANASSERO MAS, MA y GARCIA CARMONA, A (Coordinadores) (2011) Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología. Colección Documentos de Trabajo OEI, Documentos de trabajo N° 5. Madrid, España. Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado el 9 de junio de 2017, de <http://www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf>

DE PRO BUENO, AJ (2009) ¿Qué investigamos sobre la didáctica de las ciencias experimentales en nuestro contexto educativo? *Investigación en la Escuela*, 69, 45-59.

EUGENIO GOZALBO, E; MARTORELL, JJV; TENORIO, NJ; NÚÑEZ, LA y MARTÍNEZ, JMO (2016) Análisis de las vivencias de aprendizaje de las ciencias y de las concepciones sobre enseñanza de las ciencias de los maestros/as de Infantil y Primaria en formación inicial. *Indagatio Didactica*, 8 (1), 175-189.

MANASSERO, MA; VÁZQUEZ, A y ACEVEDO, JA (2001) Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat. Palma de Mallorca, España. Conselleria d'Educació i Cultura.

MORLEY, L (2013) The rules of the game: women and the leaderist turn in higher education. *Gender and Education*, 25 (1), 116-131.

OLIVA MARTÍNEZ, JM (2009) Obstáculos para la implicación del profesorado de secundaria en la lectura e investigación en Didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1-4.

---

Silvia PORRO  
OLIVA MARTÍNEZ, JM (2012) Dificultades para la implicación del profesorado de Secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (II): el problema del "manos a la obra". Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9 (2), 241-251

PERALES PALACIOS, FJ; FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, M; VÍLCHEZ GONZÁLEZ, JM; HERNÁNDEZ, C; MANUEL, J; JIMÉNEZ TEJADA, P y GONZÁLEZ GARCÍA, F (2014) La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria: propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. Enseñanza de las Ciencias, 32 (1), 9-28.

PEREZ-BUSTOS, T (2010) La feminización cultural de las prácticas educativas: etnografías de la popularización de la ciencia y de la tecnología en dos países del Sur. CS, 6, 159-192.

RAMIREZ SANCHEZ, NA y JIMÉNEZ BECERRA, J (2009) Percepciones y creencias asociadas a las nuevas tecnologías de información y comunicación en la comunidad educativa de la Universidad de La Salle: un enfoque CTS. Tendencias & Retos, 14, 145-163.

RUEDA ALVARADO, C; GARRITZ RUIZ, A Y ROBLES HARO, C (2009) Estudio de las opiniones CTS entre profesores del bachillerato y universitarios de Química. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, (Extra), 1386-1389.

VÁZQUEZ, A Y MANASSERO, MA (2008) El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 5 (3), 274-292.

VÁZQUEZ-ALONSO, A Y MANASSERO-MAS, MA (2016) La formación del profesorado sobre temas CTS: Un modelo para mejorar sus concepciones. Indagatio Didactica, 8 (1), 110-127.

VAZQUEZ-CUPEIRO, S (2015) Ciencia, estereotipos y género: una revisión de los marcos explicativos. Convergencia, 22, (68), 177-202.