



# REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



Organización  
de Estados  
Iberoamericanos



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Instituto Universitario de Estudios  
de la Ciencia y la Tecnología

redes

Centro de Estudios sobre Ciencia,  
Desarrollo y Educación Superior



## **Dirección**

Mario Albornoz (Centro Redes, Argentina)

José Antonio López Cerezo (OEI)

Miguel Ángel Quintanilla (Universidad de Salamanca, España)

## **Coordinación Editorial**

Juan Carlos Toscano (OEI)

## **Consejo Editorial**

Sandra Brisolla (Unicamp, Brasil)

Fernando Broncano (Universidad Carlos III, España)

Rosalba Casas (UNAM, México)

Ana María Cuevas (Universidad de Salamanca, España)

Javier Echeverría (CSIC, España)

José Luis García (Universidad de Lisboa, Portugal)

Hernán Jaramillo (Universidad del Rosario, Colombia)

Tatiana Lascaris Comneno (UNA, Costa Rica)

Diego Lawler (Centro REDES, Argentina)

José Luis Luján (Universidad de las Islas Baleares, España)

Bruno Maltrás (Universidad de Salamanca, España)

Jacques Marcovitch (Universidade de São Paulo, Brasil)

Eduardo Martínez (UNESCO)

Carlos Martínez Vidal (Grupo REDES, Argentina)

Emilio Muñoz (CSIC, España)

Jorge Núñez Jover (Universidad de La Habana, Cuba)

León Olivé (UNAM, México)

Eulalia Pérez Sedeño (CSIC, España)

Fernando Porta (Centro REDES, Argentina)

2 María de Lurdes Rodrigues (ISCTE, Portugal)

Francisco Sagasti (Agenda Perú)

José Manuel Sánchez Ron (Universidad Autónoma de Madrid, España)

Judith Sutz (Universidad de la República, Uruguay)

Jesús Vega (Universidad Autónoma de Madrid, España)

José Luis Villaveces (OCyT, Colombia)

Carlos Vogt (Unicamp, Brasil)

## **Secretaría Editorial**

### **Secretario**

Carmelo Polino (Centro REDES - Argentina)

### **Secretario Adjunto**

Claudio Alfaraz (Centro REDES - Argentina)

### **Colaboradora**

María Eugenia Fazio (Centro REDES - Argentina)

**CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad.** Edición cuatrimestral.

### **Secretaría Editorial - Centro REDES**

Mansilla 2698, 2° piso

(C1425BPD) Buenos Aires, Argentina

Tel. / Fax: (54 11) 4963 7878 / 8811

Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

**ISSN:** 1668-0030

**Número 6, Volumen 2**

**Buenos Aires, Diciembre de 2005**





**REVISTA IBEROAMERICANA  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y  
SOCIEDAD**

**Índice**

<b>Editorial</b>	5
<b>Resúmenes</b>	11
<b>Abstracts</b>	17
<b>Artículos</b>	
<b>Las formas colectivas de la investigación universitaria</b> Mariela Bianco y Judith Sutz	25
<b>El desarrollo de las ciencias a través de las metáforas: un programa de investigación en estudios sobre la ciencia</b> Héctor A. Palma	45
<b>Dossier</b>	
<b>Presentación</b>	69
<b>Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas</b> José Antonio Acevedo Díaz, Ángel Vázquez Alonso, Pilar Acevedo Romero y María Antonia Manassero Mas	73
<b>Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade</b> Rui Marques Vieira e Isabel P. Martins	101

	<b>Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS</b>	
	Mariano Martín Gordillo	123
	<b>Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas</b>	
	Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos	137
	<b>La participación pública en sistemas tecnológicos. Lecciones para la educación CTS</b>	
	Carlos Osorio	159
	<b>Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético</b>	
	João Praia y António Cachapuz	173
	<b>Educación CTS y alfabetización científica y tecnológica. Una panorámica general a través de contextos culturales diferentes</b>	
	José Antonio Acevedo, Ángel Vázquez y Maria de Fátima Paixão	195
	<b>Foro CTS</b>	
	<b>Democracia deliberativa y desarrollo biotecnológico</b>	
4	Asunción Herrera Guevara	211
	<b>Conferencia Internacional Cultura Científica y Cultura Empresarial ante las Metas del Milenio</b>	
		223
	<b>Primer Encuentro Iberoamericano de Editores Científicos: “Nuevos paradigmas en la edición científica”</b>	
		225
	<b>Reseñas</b>	
	<b>El futuro no es más lo que era. La tecnología y la gente en tiempos de Internet</b>	
	Horacio C. Reggini	
	<b>Reseña:</b> Gustavo Giuliano	233
	<b>Los médicos recomiendan. Un estudio de las notas periodísticas sobre salud</b>	
	Susana Gallardo	
	<b>Reseña:</b> Cecilia Draghi	237
	<b>Noticias</b>	243

Asistimos a diario a declaraciones que subrayan la necesidad de fortalecer la participación ciudadana en temas de ciencia y tecnología a través de una opinión pública informada. En esta lógica se plantea que la capacidad ciudadana para involucrarse y participar dependerá en buena medida de las actitudes y percepciones que la sociedad tenga sobre las potencialidades, límites y riesgos que la ciencia y la tecnología presentan en el mundo contemporáneo. Es evidente que las políticas de comunicación y divulgación no son suficientes para hacer frente a este reto. La educación, el ámbito donde se forman los futuros profesionales y ciudadanos, debería tener buena parte de las respuestas -de las posibilidades de éxito o de fracaso- para este tipo de consignas que se enarbolan.

El segundo volumen de la revista CTS culmina con un dossier dedicado precisamente a la problemática de la educación de las ciencias, con el aporte de destacados especialistas de América Latina, España y Portugal. Los autores presentan un estado del arte del desarrollo de este campo de investigación pedagógica y de prácticas alternativas que apuntan a mejorar la enseñanza de las ciencias en el aula, y a incorporar en la educación una mirada sistémica sobre la relación ciencia, tecnología y sociedad. De alguna forma, la educación CTS trata de crear un espacio educativo entre “las dos culturas”, rompiendo el muro invisible que impide opinar en la enseñanza de la ciencia, que omite los valores, etc., y tratando de motivar e informar a los estudiantes de itinerarios humanísticos sobre la ciencia y la tecnología y su impacto sobre la sociedad y la naturaleza.

En algunos países iberoamericanos se han realizado esfuerzos importantes entre especialistas y diseñadores de políticas educativas para favorecer la educación CTS. De todas formas, actualmente todavía son muy pocas las universidades -y mucho menos las escuelas y los profesores- que han introducido en sus currículos una materia -o módulos específicos- con "enfoque CTS". A esta limitación de las estructuras educativas se suman otros escollos poderosos, tales como el fantasma de la deserción escolar, la sustitución de las funciones tradicionales y básicas de la escuela por otras de coyuntura (alimentar a los más pobres), o la inadecuación de los currículos a las demandas del mercado, entre otras.

Los artículos del dossier en torno a la educación CTS brindan tanto aproximaciones empíricas, a través de estudios entre alumnos, profesores y análisis de casos, como reflexiones teóricas que ubican a la didáctica científica en el espectro más amplio de los problemas éticos y valorativos que afectan a la relación ciencia, tecnología y sociedad y, por ende, a la formación de ciudadanos con capacidades críticas respecto al papel de la ciencia y la tecnología en la esfera social.

El artículo de José Antonio Acevedo Díaz et al. expone los resultados de la aplicación de un cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad que permite la evaluación de creencias entre un grupo de estudiantes españoles y, posteriormente, su comparación con los resultados que surgen de un estudio particular, también sobre creencias, realizado entre profesores de enseñanza primaria, secundaria y universitaria.

6

Rui Marques Vieira e Isabel P. Martins analizan, a través de un estudio cualitativo, la evolución que un grupo de profesoras de enseñanza básica de portugués experimentaron en relación a sus concepciones sobre ciencia y tecnología. Se señala que en el proceso de estudio las profesoras incorporaron nociones más complejas, lo que favoreció en ellas una visión más amplia de la didáctica de las ciencias, y una mejor comprensión para realizar transposiciones didácticas más adecuadas para los alumnos.

El texto de Mariano Martín Gordillo muestra cómo la elaboración de materiales educativos con un enfoque CTS para la enseñanza media favorece de forma temprana el aprendizaje social de la participación ciudadana en temas de ciencia y tecnología. El artículo se centra en una serie de casos simulados (riesgos de la telefonía celular, gestión del agua, investigación sobre vacunas, etc.) que diseñó el Grupo Argo de Renovación Educativa para facilitar el análisis de los procesos de negociación que se dan entre diversos actores sociales implicados en controversias tecnocientíficas.

La investigadora Maria Eduarda Santos realiza en su artículo una revisión de los conceptos que están en la base de la problemática educativa: "ciudadanía", "conocimiento", "ciencia" y "educación CTS", señalando, finalmente, que la construcción de una nueva ciudadanía cultural en las sociedades basadas intensivamente en el conocimiento requiere una ciencia menos "arrogante" y una ciudadanía más democrática.

El artículo de Carlos Osorio analiza en primer término la noción de sistema tecnológico y luego vuelve sobre el terreno empírico, presentando los principales resultados de un estudio dirigido a la formación de ingenieros en Colombia. La investigación toma como unidad de análisis el concepto de sistema tecnológico aplicada cuestiones como el agua potable, la salud y la agricultura y, a partir del mismo, identifica propuestas didácticas que favorecen el imperativo de la educación científica contemporánea: aprender a participar.

João Praia y António Cachapuz parten de la necesidad de romper con la separación, a su juicio artificial, entre ciencia y tecnología y entre ciencia y cultura, y ponen de relieve la importancia de un compromiso ético para la renovación de la enseñanza de la ciencia que permita la formación de ciudadanos responsables y con capacidades críticas para la intervención social.

El dossier incluye, por último, la reseña de cuatro libros que, si bien en algunos casos podrían considerarse clásicos en la materia, brindan una panorámica actual de la educación CTS en la enseñanza de las ciencias tanto en los países iberoamericanos como anglosajones.

En la sección Artículos, este número incluye un texto de Mariela Bianco y Judith Sutz que presenta un estudio sobre grupos de investigación universitarios de la Universidad de la República, Uruguay, el cual parte de la premisa de que la noción de identidad cumple un papel central en la configuración de los grupos de investigación. El trabajo examina primero las potencialidades del abordaje que se utiliza para identificar los grupos y relevar la información pertinente de los mismos y, después, exhibe algunos resultados relativos a las características básicas y a las actividades que realizan estas unidades de conocimiento.

7

En la misma sección también se publica un artículo de Héctor Palma, que plantea la tesis de que las metáforas, fecundas en la literatura y también en la ciencia, cumplen en ésta última un papel constitutivo fundamental, y no son meras subsidiarias de otras expresiones. El autor plantea que a partir de la perspectiva de una epistemología evolucionista se puede desarrollar un programa de investigación cuya unidad de selección sean las metáforas, epistémicamente consideradas.

La sección del Foro CTS se abre con un texto de Asunción Herrera Guevara que analiza los márgenes de la democracia deliberativa en el contexto de la globalización, particularizando el caso del desarrollo de la biotecnología moderna. La autora afirma la necesidad de introducir la dimensión ética como parte estructurante de la democracia deliberativa, y no utilizarla como mero lavado de conciencia de los proyectos científicos; introduce de esta forma una serie de argumentos que la ciudadanía debería debatir ante el avance biotecnológico y plantea que en la decisión sobre cuestiones centrales como aquellas que supone la bioética, la sociedad debe recuperar un valor constitutivo de la democracia: la soberanía popular.

En esta sección de foro también se incorpora la declaración final del "Primer Encuentro Iberoamericano de Editores Científicos: Nuevos paradigmas en la edición

científica”, llevado a cabo en octubre de 2005 en Buenos Aires, organizado por el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT), con el auspicio de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de Argentina y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). A la reunión asistieron personas provenientes de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, Francia, Estados Unidos y México, a fin de analizar los desafíos que la transición hacia las ediciones virtuales plantea a las revistas científicas, en particular a las publicaciones de nuestra región.

El foro incluye también la Declaración final de la conferencia internacional “Cultura Científica y Cultura empresarial ante las Metas del Milenio”, celebrada en Salamanca a fines de septiembre de 2005, organizada por el Instituto de Estudios Universitarios de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Salamanca, la propia Universidad, y la Fundación Nido, con el patrocinio del Ministerio de Educación y Ciencia (España), el Banco Santander, el grupo MRS, Telefónica y Globalia. En la reunión, una variedad de expertos europeos y latinoamericanos analizaron cómo una cultura de la innovación puede contribuir a impulsar el programa de lucha contra la pobreza y promover el desarrollo, aspectos fundamentales de las Metas del Milenio que planteó la Asamblea General de Naciones Unidas en el año 2000.

## **Los Directores**

RESÚMENES  
ABSTRACTS





## Las formas colectivas de la investigación universitaria

**Mariela Bianco**  
**Judith Sutz**

11

El reconocimiento de la naturaleza colectiva de la producción de conocimiento desarrollada en ámbitos académicos ha devenido un lugar común. El grupo de investigación constituye la mínima unidad espacio temporal de producción de conocimiento, de carácter colectivo. A pesar de que los grupos de investigación forman parte habitual de la descripción de muchas entidades académicas, ya sea a nivel institucional, o disciplinar-cognitivo, no han constituido un objeto privilegiado de la literatura especializada en ciencia, tecnología y sociedad. Una de las razones que probablemente explican esta ausencia se vincula a la dificultad de abordar empíricamente estudios sistemáticos de grupos de investigación. Este trabajo analiza la experiencia reciente de un estudio abarcativo de grupos de investigación universitarios. El mismo implicó la realización de una convocatoria de auto-identificación en la Universidad de la República, Uruguay, efectuada sobre la base del reconocimiento de que la noción de identidad cumple un rol estructurante en la configuración de grupos de investigación. Se examinan las particularidades del abordaje utilizado para identificar y relevar información a los efectos de caracterizar grupos de investigación universitarios. Adicionalmente, se analizan algunos resultados relacionados con las características básicas y las actividades de estas unidades colectivas de conocimiento.

**Palabras clave:** investigación universitaria, grupo de investigación.

## **El desarrollo de las ciencias a través de las metáforas: un programa de investigación en estudios sobre la ciencia**

**Héctor A. Palma**

Habitualmente se sostiene que las metáforas son expresiones en las cuales se dice algo pero se evoca o sugiere otra cosa, que son - o deberían ser- patrimonio casi exclusivo del lenguaje literario o del lenguaje vulgar y que no son relevantes en el discurso científico. Sin embargo, la ubicuidad de la metáfora en la ciencia -no sólo en la enseñanza y la divulgación sino también en la producción y sobre todo en la legitimación del conocimiento- lleva a sospechar que hay algo erróneo en esos puntos de vista. Este trabajo se propone, entonces, discrepar con las tres afirmaciones precedentes y sostener, por el contrario, que las metáforas dicen algo por sí mismas, y no como meras subsidiarias de otra expresión considerada literal; que si bien hay excelentes ejemplos en la literatura, también hay metáforas brillantes y fecundas en la ciencia y, la tesis más fuerte, que las metáforas cumplen en la ciencia un papel constitutivo fundamental. En este sentido, se plantea la posibilidad de desarrollar un programa de investigación sobre la base de una epistemología evolucionista cuya unidad de selección sean las metáforas, epistémicamente consideradas.

**Palabras clave:** epistemología evolucionista, metáforas, filosofía de las ciencias, historia de las ciencias.

12

## **Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas**

**José-Antonio Acevedo-Díaz**

**Ángel Vázquez-Alonso**

**Pilar Acevedo-Romero**

**María-Antonia Manassero-Mas**

En este artículo se evalúan las creencias de una amplia muestra de estudiantes sobre los conceptos de ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas, utilizándose para ello nueve preguntas incluidas en el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). Los resultados muestran algunas ideas aceptables sobre la ciencia, mientras que la tecnología se identifica sobre todo con sus productos o como ciencia aplicada, lo que influye en parte en los puntos de vista sobre las relaciones entre la ciencia y la tecnología, subordinándose ésta a la primera, aunque se reconozca también la existencia de un cuerpo de conocimientos propio de la tecnología y su influencia en los avances científicos. La comparación de estas creencias con las de una extensa muestra de profesorado, empleando para ello una selección de tres de las cuestiones anteriores, permite comprobar que los perfiles cualitativos son semejantes y son pocas las diferencias cuantitativas que, además, una vez están a favor del profesorado y otra del alumnado. Se concluye, pues, que la comprensión de esta temática no se ha conseguido hasta ahora en la educación científica española. Para

intentar conseguirlo, se reclama un currículo de ciencias más acorde con las orientaciones que proporciona el movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para la enseñanza de las ciencias y una formación explícita del profesorado en los temas señalados.

**Palabras clave:** Educación científica, Evaluación de creencias, Naturaleza de la ciencia, Naturaleza de la tecnología, Relaciones entre ciencia y tecnología, CTS.

## **Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade**

**Rui Marques Vieira**

**Isabel P. Martins**

A formação de professores é assumida como central na concretização de mudanças e reformas na educação, embora existam várias perspectivas de como concretizá-la. No caso da educação CTS parece particularmente relevante partir das concepções dos professores sobre as interligações CTS para desenhar programas de formação mais eficazes. Neste trabalho relata-se a evolução ocorrida em quatro professoras principiantes, do ensino básico português, no que respeita às concepções sobre CTS, recorrendo ao questionário VOSTS, seguido de entrevista individual para aprofundamento da compreensão sobre as suas ideias. Após o programa de formação as ideias iniciais evoluíram favoravelmente para posições mais consentâneas com a nova didáctica das ciências, o que se considera muito importante para poderem concretizar transposições didácticas adequadas aos alunos. Com efeito, sabe-se que as representações sobre ciência e tecnologia se constroem desde cedo e como é importante o papel dos professores nessa construção por parte dos alunos.

13

**Palavra-chave:** Formação de professores, Concepções de professores, Inter-relações CTS, Educação CTS, e ensino das ciências.

## **Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS**

**Mariano Martín Gordillo**

La educación tecnocientífica debe incluir estrategias para el aprendizaje social de la participación ciudadana. Para ello se ha de contar con materiales educativos que favorezcan una enseñanza socialmente contextualizada de la ciencia y la tecnología y hagan posible aprender a participar en el aula. Los casos simulados diseñados por el Grupo Argo facilitan el aprendizaje de la participación a través de procesos de negociación entre varios actores sociales implicados en controversias tecnocientíficas. Estos materiales educativos plantean controversias sobre las que los alumnos han de

tomar decisiones. Las diez casos simulados publicados hasta ahora se centran en temas CTS muy diversos: investigación sobre vacunas, dopaje en el deporte, riesgos de la telefonía celular, plataformas petrolíferas, gestión del agua, residuos sólidos, planificación urbanística, redes de transporte, comida rápida frente a alimentación tradicional, e implicaciones de Internet para la escuela.

**Palabras clave:** Cultura científica, participación en ciencia y tecnología, educación CTS, casos simulados CTS.

## **Cidadania, conhecimento, ciência e educação cts. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas**

**Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos**

Numa sociedade que se baseia, cada vez mais, no uso intensivo do conhecimento e num tempo em que os discursos da pós-modernidade se centram na desconstrução da cidadania liberal e potenciam a construção de “novas” dimensões da cidadania, está a emergir uma nova matriz social e tecnológica da ciência, em ruptura com o paradigma positivista em que se tem apoiado a ciência e a cidadania modernas. Quando a tecnociência se tornou objecto de conflito social e de debate político e quando “civilizar” a ciência e “cientificar” a cidadania são condições para potenciar uma ciência menos arrogante e uma cidadania mais democrática, a educação CTS emerge como uma esperança. A construção de uma cidadania cultural, crítica e activa requer, como estratégia epistemológica, conceptualizações e racionalidades CTS que, face a uma potente força cognitiva - a solidariedade de saberes, reposiciona o ser através do saber.

**Palavras-chave:** Sociedade do Conhecimento, “Civilizar” a Ciência, “Cientificar” a Cidadania, Educação CTS.

## **La participación pública en sistemas tecnológicos. Lecciones para la educación CTS**

**Carlos Osorio**

Aprender a participar se ha convertido cada vez más en un imperativo de la educación científica y tecnológica contemporánea. El presente artículo registra algunos resultados de un proyecto de investigación orientado a promover dicha participación mediante un conjunto de didácticas. Para ello se han revisado tanto los aspectos conceptuales como las experiencias de participación pública a nivel internacional, con el objetivo de extraer elementos que permitan desarrollar estrategias de aprendizaje de la participación pública en cuestiones de ciencia y tecnología. Tales estrategias de aprendizaje se han propuesto tomando como unidad de análisis el concepto de sistema tecnológico. Mediante dicha noción es posible aprender a participar públicamente. Las didácticas

propuestas son: los grupos focales, la mediación, el caso simulado, y el ciclo de responsabilidad; todas ellas en función de la participación pública en cuestiones relacionadas con los sistemas de agua potable, salud y agricultura del contexto colombiano.

**Palabras clave:** Sistema tecnológico, participación pública, educación tecnológica, educación CTS.

## **Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético**

**João Praia**

**António Cachapuz**

O artigo pretende fazer uma reflexão em torno do que designamos “um novo olhar sobre a Ciência”, evidenciando exigências das sociedades contemporâneas que se destacam pelos seus desenvolvimentos científico-tecnológicos nas suas dimensões humana, social, cultural e económica. Procura-se romper com a separação artificial entre ciência e tecnologia, assim como com o fosso entre estas duas culturas. Fala-se sobre a trilogia CTS como um compromisso ético, que obriga a uma intervenção social, marcada por um saber que prepara para uma cidadania responsável e para a tomada de decisões. A não termos em conta tal compromisso a Ciência pode tornar-se vítima do seu próprio desenvolvimento. Abordamos três posicionamentos historicamente dominantes sobre a Ciência/Tecnologia, incluindo a posição da Declaração da Conferência Mundial sobre a Ciência para o séc. XXI: um novo compromisso (UNESCO).

15

**Palavras-chave:** Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ética.

\* Addenda:

El artículo “Transgénicos en Argentina: más allá del boom de la soja”, de Ana María Vara, publicado en el N°3 de CTS, Vol. 1, Septiembre de 2004 es parte de una investigación realizada por la autora para el NYU Project on Internacional GMO Regulatory Conflicts.



## **Collective forms of university research**

**Mariela Bianco**

**Judith Sutz**

The recognition of the collective nature of knowledge production in academic settings is already a common place. The research group is the minimum time and space unit of knowledge production of a collective character. Despite the fact that research groups are often part of the description of many academic entities, at both institutional and cognitive levels, they have not become a privileged object of study in the specialized literature on science, technology and society. The difficult development of empirical approaches for the systematic study of research groups is one of the reasons that may explain its absence in the literature. This article analyzes the experience of a comprehensive recent study of university research groups. The study involved a call for the auto-identification of research groups at the Universidad de la República, Uruguay, based on the acknowledgment that the notion of identity plays a structuring role in the configuration of research groups. The article examines the particularities of the approach designed to identify university research groups and collect data for their characterization. In addition, it analyzes selected research results regarding the basic traits and activities of these collectives units.

**Key words:** higher education research, research group.

## **The development of sciences through metaphors: a research program in science studies**

**Héctor A. Palma**

Usually it is held that the metaphors are expressions in which something is said but it is evoked or suggested another thing; that they are -or they should be- almost exclusive patrimony of the literary language or the vulgar language; and that they are not relevant in the science. However, the ubiquity of the metaphor in the science -not only in the teaching and the popularization of the knowledge but also in its production and mainly in its legitimation- takes to suspect that there is something erroneous in those points of view. Thus, this paper attempt to disagree with the three precedent claims and to hold, on the contrary, that the metaphors say something for themselves, and not only as mere subsidiaries of another literal considered expression; that although there are excellent examples in the literature, there are also brilliant and fecund metaphors in the science and, the strongest thesis, that the metaphors perform a fundamental constituent role in the science. In this sense, it is thought about the possibility to develop an research programme on the base of an evolutionary epistemology whose units of selection are the metaphors, epistemically considered.

**Key words:** evolutionary epistemology, metaphors, history of sciences, philosophy of sciences.

18

## **Evaluation of beliefs about science, technology, and their mutual relationships**

**José-Antonio Acevedo-Díaz**

**Ángel Vázquez-Alonso**

**Pilar Acevedo-Romero**

**María-Antonia Manassero-Mas**

This article evaluates the beliefs of an ample sample of students regarding the concepts of science, technology, and their mutual relationships, using as its basis nine questions found in The Opinion Questionnaire About Science, Technology, and Society. The results show that technology is mainly identified either with its products or as an applied science. The comparison between these beliefs to those of an ample sample of teachers, using a selection of three of the previously mentioned questions, allows one to determine that the qualitative profiles are similar and that there are but a few quantitative differences. It is therefore assumed, that the understanding of these concepts in the Spanish scientific education hasn't yet been achieved. To try to correct this problem, we strongly ask for a science syllabus that concurs more with the Science-Technology-Society (STS) views and orientations, as well as some specific teacher training regarding the above related matter.

**Key words:** scientific education, evaluation of beliefs, the nature of science, the nature of technology, relationships between science and technology, STS.

## **Training of beginner professors of basic education: their assumptions about science, technology and society**

**Rui Marques Vieira**

**Isabel P. Martins**

Teacher education is regarded as having a central position in the accomplishment of educational changes and reforms, despite the different perspectives of how to improve it. In the case of STS education it seems particularly relevant to start from the teacher conceptions about STS inter-relations in order to conceptualize teacher education programmes. In this study we describe the evolution experienced by four beginning teachers of the basic Portuguese level concerning their STS conceptions. The data were collected through the VOSTS questionnaire followed by an individual interview for a deep understanding. After the teacher education programme the initial ideas developed to more adequate positions regarding the conceptual framework of actual didactics of science. This evolution seems favourable to promote adequate didactic transfer to the students. In fact, it is known that science and technology representations are conceptualized very early and that teachers have an important role in the student conceptualizations.

**Key words:** teacher education, teacher conceptions, STS inter-relations, STS education and science teaching.

19

## **Scientific culture and citizen participation: materials for STS education**

**Mariano Martín Gordillo**

Technoscientific education should include strategies for the social learning of citizen participation. For that reason, we should have teaching resources which favour a socially contextualized education of science and technology, and which, at the same time, enable the process of learning to participate in the classroom. The simulated cases designed by Grupo Argo facilitate the learning of participation through the processes of negotiation among several social actors involved in technoscientific controversies. These teaching resources raise controversies about which the students must take decisions. The ten simulated cases published so far deal with very different STS topics: research on vaccines, doping in sport, risks of cellular phones, oil platforms, water management, solid waste, urban planning, transport nets, fast food vs traditional food, and the implications of the Internet in school.

**Key words:** scientific culture, participation in science and technology, STS education, STS simulated cases.

## **Citizenship, knowledge, science and STS education. Toward “new” epistemological dimensions**

**Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos**

In a society increasingly based on the intensive use of knowledge and at a time when the post-modern discourse focuses on the de-construction of liberal citizenship and favors the construction of “new” dimensions of citizenship, a new social, technological matrix of science is surfacing, cutting with the positivist paradigm that has underlain modern science and citizenship. When techno-science has become the object of social conflict and political debate and when “civilizing” science and “scientifying” citizenship are conditions for promoting a less arrogant science and a more democratic citizenship, STS education arises as a hope. The construction of a cultural, critical and active citizenship requires as its epistemological strategy STS conceptualizations and rationalities that, before a potent cognitive force -the solidarity of knowledge- repositions being through knowing.

**Key words:** Knowledge Society, “Civilizing” Science, “Scientifying” Citizenship, STS Education.

## **Citizen participation in technological systems. Lessons for STS education**

**Carlos Osorio**

Learning to participate has become increasingly crucial in today’s scientific education and contemporary technology. This article discloses some of the results of a research study which promotes such participation by means of different teaching techniques/approaches. Conceptual aspects as well as the public participation at an international level have also been revised to extract elements that will allow the development of learning strategies of public participation in issues related to science and technology. These learning strategies have been suggested taking the concept of technological system as the unit of analysis . It is possible to learn to participate through the notion of technological system. The proposed didactics are: focal groups, mediation, simulated cases, and the cycle of responsibility; all of which are to be considered in relation to the public participation in matters related to drinking water, health, and agriculture in the Colombian context.

**Key words:** Technological system, public participation, technological education, STS education.

## **Science, technology and society: an ethical commitment**

**João Praia**

**Antônio Cachapuz**

The paper aims to promote a reflection about “a new perspective about Science” emphasizing human, social, cultural and economic requirements of the scientific and technological developments of the contemporary societies. It aims to break up with the artificial division between science and technology. Efforts should be made to bridge the gap between these two cultures. The STS trilogy (Science-Technology-Society) is presented as an ethical commitment. If we don't take seriously that commitment, science may become victim of its own development.

There historically dominant positions about Science/Technology are presented including the Declaration of the World Conference on Science for the 21st century: a new commitment (UNESCO).

**Key words:** Science, Technology, Society, Ethic.



ARTÍCULOS 



## Las formas colectivas de la investigación universitaria\*

**Mariela Bianco**  (sur@csic.edu.uy)  
Universidad de la República, Uruguay

**Judith Sutz** (jsutz@csic.edu.uy)  
Universidad de la República, Uruguay

El reconocimiento de la naturaleza colectiva de la producción de conocimiento desarrollada en ámbitos académicos ha devenido un lugar común. El grupo de investigación constituye la mínima unidad espacio temporal de producción de conocimiento, de carácter colectivo. A pesar de que los grupos de investigación forman parte habitual de la descripción de muchas entidades académicas, ya sea a nivel institucional, o disciplinar-cognitivo, no han constituido un objeto privilegiado de la literatura especializada en ciencia, tecnología y sociedad. Una de las razones que probablemente explican esta ausencia se vincula a la dificultad de abordar empíricamente estudios sistemáticos de grupos de investigación. Este trabajo analiza la experiencia reciente de un estudio abarcativo de grupos de investigación universitarios. El mismo implicó la realización de una convocatoria de auto-identificación en la Universidad de la República, Uruguay, efectuada sobre la base del reconocimiento de que la noción de identidad cumple un rol estructurante en la configuración de grupos de investigación. Se examinan las particularidades del abordaje utilizado para identificar y relevar información a los efectos de caracterizar grupos de investigación universitarios. Adicionalmente, se analizan algunos resultados relacionados con las características básicas y las actividades de estas unidades colectivas de conocimiento.

25

**Palabras clave:** investigación universitaria, grupo de investigación.

*The recognition of the collective nature of knowledge production in academic settings is already a common place. The research group is the minimum time and space unit of knowledge production of a collective character. Despite the fact that research groups are often part of the description of many academic entities, at both institutional and cognitive levels, they have not become a privileged object of study in the specialized literature on science, technology and society. The difficult development of empirical approaches for the systematic study of research groups is one of the reasons that may explain its absence in the literature. This article analyzes the experience of a comprehensive recent study of university research groups. The study involved a call for the auto-identification of research groups at the Universidad de la República, Uruguay, based on the acknowledgment that the notion of identity plays a structuring role in the configuration of research groups. The article examines the particularities of the approach designed to identify university research groups and collect data for their characterization. In addition, it analyzes selected research results regarding the basic traits and activities of these collectives units.*

**Key words:** higher education research, research group.

\*Este trabajo forma parte de una investigación colectiva realizada por la Unidad Académica de la CSIC publicada en Unidad Académica (2003). Participaron en ella Judith Sutz, Mariela Bianco, Carlos Bianchi, Andrea Bielli, Ana Buti, Gabriel Guerra, Pablo Hein, Rosario Ibarra, Alejandra Mujica, Pablo Rocca y Martín Zamalvide. Este artículo es responsabilidad de las autoras del mismo. Una versión anterior fue presentada en V Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología, Toluca, México, 10-12 Marzo, 2004.

## Presentación

La investigación académica se ha transformado a lo largo del tiempo en una actividad realizada, mayoritariamente, por colectivos de personas. Esta tendencia histórica a la colectivización de la ciencia moderna (Ben-David, 1984) reconoce al menos dos orígenes: el de los procesos internos de la ciencia y el de las políticas de investigación. El primero remite al efecto indirecto del propio desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, tal como lo expresa claramente Ziman (2000:70): “trabajo en equipo, establecimiento de redes y otras formas de colaboración entre investigadores especializados, no son meras modas impulsadas por el disfrute de la comunicación electrónica instantánea. Son consecuencias sociales de la acumulación de conocimientos y técnicas. La ciencia ha progresado hasta un nivel en que sus problemas más significativos no pueden ser abordados por individuos trabajando independientemente.” La colaboración académica se acrecienta también a partir de la necesidad de complementar capacidades y compartir equipamientos, situación para la que se ha propuesto la denominación *collaboration pull*. El segundo refiere más bien a la cotidianeidad de la investigación moldeada por efecto de las políticas de investigación. Las restricciones en el acceso al financiamiento inducen aglutinamientos con miras a mejorar las perspectivas de obtenerlo, situación a la que se hace referencia con la expresión *collaboration push* (Benner, 2001).<sup>1</sup> Las políticas de investigación han estimulado la colaboración académica a través del establecimiento de prioridades de investigación a ser abordadas por equipos de investigadores con experticias complementarias y mayores capacidades de interacción entre productores y usuarios de conocimiento (Smith, 2001).

26

En el seno de esta tendencia, puede reconocerse a los grupos de investigación, es decir, a colectivos de personas que colaboran sistemáticamente en actividades de producción de conocimiento, como la forma organizativa predominante en la investigación universitaria, en torno a la cual se articulan y adquieren sus características distintivas las actividades de investigación. Entendemos por grupos de investigación a entidades de carácter colectivo dentro de una determinada institución que operan sin necesidad de revestir en ella un estatuto administrativo específico. Se insertan, por lo general, en planos intermedios de las divisiones administrativas reconocidas, constituyendo un nivel meso entre el nivel micro del investigador individual y el nivel macro de sus instituciones de pertenencia.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estas denominaciones recuerdan inmediatamente el “demand pull” y “technology push” en las teorías del cambio técnico. En el caso de la colaboración académica habría un empuje externo (el “push”) proveniente de las condiciones financieras para realizar investigación y un estímulo interno (el “pull”) asociado a necesidades para llevar a cabo la actividad.

<sup>2</sup> La denominación “grupo de investigación” es una entre varias posibles para referirse a los colectivos de personas que colaboran sistemáticamente en actividades de producción de conocimiento. En un estudio cuyo objetivo era la caracterización de “colectivos de investigación” (Laredo et al, 1999) en biología molecular en varios países europeos, el formulario utilizado presentaba varias alternativas a efectos de tomar en cuenta las diversas denominaciones que similar concepto recibía en diferentes realidades. Estas incluían centros, institutos, laboratorios, departamentos, grupos de investigación y unidades de investigación.

La reflexión académica en torno al concepto grupos de investigación y a los procesos que tienen lugar en el seno de dichos grupos es sorprendentemente reducida. En particular, son muy escasas las investigaciones dirigidas al desarrollo de metodologías de identificación sistemática de grupos de investigación. Sin embargo, en la década de los '90 se ha asistido a una creciente utilización de dicho concepto, fundamentalmente asociada a la asignación de recursos para investigación, donde se requiere que la unidad sustantiva de trabajo -el grupo- sea reconocida y evaluada.

En nuestro caso, el estudio de los colectivos de producción de conocimiento en la Universidad se vio estimulado por el propósito de reformular las políticas de fomento de la investigación promovidas por la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC)<sup>3</sup> a efectos de darle cabida a dichos colectivos. Ello exige, como primer paso, identificar a los grupos de investigación universitarios y, también, conocer algunas de sus características. Este artículo da cuenta, precisamente, del ejercicio realizado a dichos efectos.

## Antecedentes

A pesar de las abundantes referencias al carácter colectivo de los procesos de producción de conocimiento, la bibliografía especializada aborda la identificación y el análisis de los grupos de investigación de manera limitada. Los estudios empíricos detectados que enfocan el aspecto colectivo de la investigación asumiendo al grupo como unidad de producción de conocimiento utilizan diferentes metodologías y niveles de análisis; corresponden básicamente a los siguientes tres tipos:

27

1) Los relevamientos de grupos de investigación con finalidades de registro y recolección de información con vistas a la elaboración de padrones de alcance institucional o nacional, y eventualmente de evaluación. Entre ellos se destacan dos experiencias sudamericanas que se han desarrollado en versiones sucesivas en los últimos años.

i) En Brasil, el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico realiza desde el año 1992 un relevamiento que ha dado lugar a un directorio de grupos de investigación, de alcance nacional, cuya última versión corresponde a 2002.<sup>4</sup> En este caso, la identificación de grupos de investigación se hace de forma indirecta, a través de la consulta a investigadores de reconocida trayectoria: "las informaciones sobre el grupo, los investigadores, los estudiantes, el personal de apoyo técnico y las líneas de investigación son provistas por los líderes del grupo" (CNPq, 2002). El concepto de grupo utilizado por el CNPq es el siguiente: "Un conjunto de individuos organizados jerárquicamente, cuyo fundamento organizador es la experiencia, el destaque y el liderazgo en el terreno científico o tecnológico,

<sup>3</sup> La CSIC es un órgano universitario co-gobernado, al que la Universidad de la República asigna fondos presupuestales para la implementación de políticas de fomento a la investigación en todas las áreas de conocimiento.

<sup>4</sup> Véase <http://lattes.cnpq.br/diretorio>.

en el que hay un involucramiento profesional y permanente con actividades de investigación, en el cual el trabajo se organiza en torno de líneas comunes de investigación y que, en algún grado, comparte instalaciones y equipamientos.” (CNPq, s/f: 11).

ii) En Colombia, el Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología ha realizado convocatorias de alcance nacional a grupos de investigación con el objetivo explícito de evaluarlos académicamente, en un esfuerzo por estudiar la organización de las actividades de investigación y facilitar eventuales financiamientos en el marco de programas de fondos concursables (Colciencias, 2002). La definición de grupo utilizada en este marco es la siguiente: “el conjunto de personas que se reúnen para realizar investigación en una temática dada, formulan uno o varios problemas de su interés, trazan un plan estratégico de largo o mediano plazo para trabajar en él y producen unos resultados de conocimiento sobre el tema en cuestión. Un grupo existe siempre y cuando demuestre producción de resultados tangibles y verificables fruto de proyectos y de otras actividades de investigación convenientemente expresadas en un plan de acción (proyectos) debidamente formalizado” (ibid:8).

2) Los estudios que abordan dinámicas propias de los grupos de investigación en una disciplina o campo específico de conocimiento centrados en el análisis de los procesos y prácticas que les son propias. En estos casos, la identificación de los grupos es realizada a priori por quien se propone estudiarlos. Puede mencionarse como ejemplo de este abordaje un estudio sobre grupos de investigación en el área química en dos universidades estadounidenses (Etzkowitz, 1992), y una investigación comparada sobre grupos de investigación europeos en biología molecular (Larédo, 1999 y 2001). En este último caso, el concepto de grupo manejado en el formulario utilizado es el siguiente: “grupos de investigadores que trabajan en un área de investigación común y son reconocidos como una entidad por se por sus colegas, socios o por instituciones financiadoras” (Laredo, 1999: 132).

3) Finalmente, existen estudios de carácter exploratorio que buscan diagnosticar el estado, de las actividades de investigación académica en instituciones específicas. Entre estos pueden señalarse un estudio realizado en España y otro en Argentina. El primero fue desarrollado en la Universidad de Barcelona en el marco de un análisis de la evolución de las actividades de ciencia y tecnología en el período 1985-1990 donde el aspecto de los grupos de investigación es abordado puntualmente (Bellavista et al., 1993). El segundo corresponde a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires que en 1993 realizó un relevamiento de aproximadamente 200 grupos de investigación en 15 campos cognitivos. El propósito del mismo refirió a la evaluación de los aspectos relativos a formación de recursos humanos en la investigación, la producción académica y los aspectos organizacionales de los grupos (SCT, 1996). Este estudio detectó los grupos a relevar y aplicó un cuestionario a los directores de los mismos.

El estudio que aquí se reporta tiene ciertos puntos en común con algunos de los análisis identificados anteriormente. En particular, abarca todas las áreas cognitivas,

como en el caso brasileño o colombiano, y se limita al ámbito universitario, como en el estudio de la Universidad de Barcelona o de la Universidad de Buenos Aires. Sus diferencias con los estudios mencionados se dan en buena medida a nivel de la conceptualización de los grupos de investigación, lo que conduce a una estrategia metodológica diferente para la identificación de los mismos.

### **El enfoque utilizado**

El grupo de investigación, en tanto colectivo humano, es un grupo social. Así, la aproximación conceptual utilizada en nuestro estudio se nutre de tres aproximaciones teóricas acerca de los grupos sociales: enfoque weberiano (Weber, 1993); enfoque de las opciones racionales de Olson (2000), y enfoque de la psicología social (Pichon-Rivière, 1985 y Bauleo, 1977) - que se describen en mayor detalle en Unidad Académica (2003). En función de estos enfoques, entendemos a un grupo como un espacio de relaciones sociales donde existen intereses implícitos o explícitos en común y que consiste en una estructura básica de interacción que nuclea a personas ligadas entre sí por constantes de tiempo y espacio y articuladas por su mutua representación interna. Los grupos pequeños se caracterizan adicionalmente por conformarse a partir de relaciones sociales inmediatas, de tipo cara a cara.

El término grupo de investigación lleva implícito el carácter colectivo de la entidad, siendo la interacción entre sus miembros un proceso fundamental de la vida del colectivo. La vida de un grupo de investigación ocurre en torno a un marco de referencia integrado por sus miembros, sus objetos de estudio y los abordajes teóricos y metodológicos que utilizan. A partir del proceso de interacción los grupos de investigación desarrollan diversas vertientes identitarias. Tres de ellas, identificadas en Bianco et al. (1999), son: identidad temática derivada de ocuparse del estudio de una problemática definida en el marco de una disciplina o en espacios interdisciplinarios; identidad colectiva derivada de tener una trayectoria de trabajo conjunta expresada en producción académica común y/o en el reconocimiento del liderazgo académico de alguno de sus integrantes presentes o pasados; autoidentidad derivada del sentido de pertenencia y del hecho de que sus miembros se reconocen como integrantes del colectivo. Pueden mencionarse también otros aspectos que hacen a la identidad de un grupo de investigación. Uno es el tipo de objetivos compartidos, lo que diferencia, por ejemplo, grupos de investigación puramente académicos de aquellos que trabajan en conexión con sectores productivos o de servicios. La importancia de este aspecto es tal que ciertos enfoques derivan de él la propia definición de grupo: “ (...) la palabra grupo es usada de forma que quiere decir ‘un cierto número de individuos con intereses comunes’” (Olson, 2000: 8). Otro refiere a la institución “madre” del grupo en cuestión, que afecta fuertemente la identidad grupal. Esta influencia puede darse dentro de un mismo gran agregado, por ejemplo, una universidad, puesto que grupos de investigación pertenecientes a distintas facultades incorporan especificidades derivadas de dicha adscripción; este aspecto se manifiesta con mayor fuerza aún cuando se trata de instituciones ampliamente diferenciadas. El contexto institucional

puede operar también a través de la regulación de la pertenencia al grupo. Esta cuestión, detenidamente estudiada por Weber, está asociada a un sistema de autoridad instituido por el propio colectivo o dependiente de la institución en la cual está inserto (Weber, 1993).

El estudio de grupos de investigación en la Universidad de la República, Uruguay, se enfrentó con una dificultad principal, común a todos los ejercicios de este tipo: la ausencia de registro de los mismos. Como se mostró en la sección anterior, las metodologías seguidas por otros estudios son diversas, en especial porque parten de conceptualizaciones diferentes de lo que es un grupo de investigación. En nuestro caso, a partir de la noción de autoidentidad, se desarrolló una metodología que, se esperaba, permitiría hacer emerger entidades organizativas que se suponía existentes pero que no era posible identificar a través de fuentes secundarias. La hipótesis de trabajo se sustenta en la fortaleza de la autoidentidad del grupo construida a partir de que sus miembros se reconocen como integrantes del colectivo. Los grupos de investigación no son unidades administrativas; su "realidad" está basada en dos pilares, siendo el primero que los miembros del grupo se identifican como pertenecientes a él y el segundo, como lo explicita el estudio de Laredo et al. (1999), que el grupo es reconocido por otros actores como una entidad per se, en particular por sus colegas. Este segundo aspecto, si bien medular en la conceptualización, es de muy difícil abordaje empírico.

30

A partir de la noción de que un grupo de investigación está conformado por un número restringido de integrantes que se identifican como pertenecientes al mismo, se realizó una convocatoria abierta a la auto-identificación de grupos de investigación a través de la difusión masiva de un formulario. La convocatoria fue totalmente abierta, puesto que la Universidad de la República no reconoce diferenciación alguna en el escalafón docente a efectos de solicitar fondos concursables para proyectos de investigación ni el país tiene mecanismos de jerarquización como los que provee, por ejemplo, el Conicet argentino. Es decir, todo docente universitario, independientemente de su grado, puede ser un investigador. Un problema evidente de esta metodología es que el proceso de identificación de los grupos no es controlado por los responsables del estudio: en este sentido, la circulación del formulario se parece a "tirar una botella al mar". La hipótesis de trabajo fue que la noción de pertenecer a un grupo haría que los orientadores de los mismos<sup>5</sup> se reconocieran en la convocatoria y respondieran a ella. En este sentido, se buscó detectar a los objetos de estudio por auto-identificación de los mismos.

La convocatoria a la auto-identificación de grupos de investigación se realizó entre los meses de junio y noviembre de 2001. El relevamiento consistió en la circulación de un formulario autoadministrado, acompañado de una carta de presentación que

<sup>5</sup> Se procuró una cierta homogeneidad de las respuestas obtenidas de modo de facilitar comparaciones entre grupos, solicitando que quien respondiera el formulario del relevamiento fuera uno de los orientadores académicos o responsables del grupo. De esta manera, se intentó que en todos los casos una figura similar fuera quien proporcionara la información solicitada.

explicaba los motivos de la convocatoria. El formulario relevó información relativa a la temática objeto de estudio del grupo, su composición, las características de sus integrantes, la producción académica y las actividades vinculadas con investigación y docencia, los financiamientos obtenidos, los contactos académicos regulares, así como las dificultades enfrentadas por el grupo y sus principales necesidades. La convocatoria recibió un total de 365 formularios, provenientes de todas las Facultades que integran la Universidad de la República y de la casi totalidad de sus Escuelas. Dado que la dimensión colectiva se considera una característica central del concepto de grupo de investigación, no fueron tomados en cuenta para el estudio algunos formularios provenientes de entidades unipersonales.<sup>6</sup>

Dada la metodología utilizada, un paso crucial antes de analizar los datos recabados en los formularios recibidos, era evaluar si la respuesta global obtenida era consistente y representativa. Los aspectos que se controlaron a efectos de evaluar la respuesta recibida fueron los siguientes:

i) Nivel de cobertura. Este es un aspecto que sólo admite aproximaciones, pues el universo de grupos se desconoce. La aproximación elegida fue el número total de investigadores detectados en grupos, pues existían, para contrastar, fuentes independientes que daban cuenta del número de investigadores de la Universidad.

ii) Presencia de investigadores de reconocido nivel. Puede suponerse que los investigadores destacados se integran a y orientan grupos,<sup>7</sup> por lo que la proporción de éstos -según una cierta acepción- en los grupos de investigación respecto del total (número accesible a partir de fuentes independientes) refleja parcialmente la calidad del relevamiento. Es decir, si dicha proporción fuera baja, cabrían dudas acerca de la condición de grupos de investigación de los formularios obtenidos.

iii) Distribución de los grupos según áreas cognitivas. Este aspecto controla posible sesgos en el nivel de respuestas según áreas, es decir, sobre o sub representación de alguna de ellas.

iv) Presencia de estudiantes de posgrado y de posgraduados en los grupos. La justificación de este control deriva de que, aún de forma muy tentativa, la presencia de estudiantes de posgrado y de posgraduados indica que los grupos son espacios reales de investigación y no meramente "sellos declarativos". Se trata así de un control indirecto de calidad. Sin embargo, no constituye éste un control discriminante, dado que, a diferencia de otros países de la región, los estudios de

<sup>6</sup> Otros relevamientos de grupos, como por ejemplo el realizado por el CNPq anteriormente mencionado, sí consideran grupos de investigación unipersonales.

<sup>7</sup> Este control aparece también en el relevamiento realizado por el CNPq. El resultado obtenido en 1997, en la tercera versión de dicho ejercicio, es que los grupos registrados daban cuenta del 74% del total de investigadores de mayor nivel identificados a través de otros mecanismos (CNPq, s/f: 11).

posgrado tienen una tradición relativamente reciente en el Uruguay<sup>8</sup> por lo que no puede darse por sentado que la condición de investigador implique tener formación de posgrado.

v) Presencia de publicaciones en co-autoría de dos o más miembros del grupo. Este es un control adicional de consistencia de la respuesta global obtenida, porque en general la producción intelectual de un grupo de investigación refleja su carácter colectivo a través de la participación de varios de sus miembros en las publicaciones resultantes del proceso de investigación. Si bien es cierto que existe una tendencia creciente a la co-autoría interinstitucional, tanto nacional como internacional, ello no desmerece la participación de más de uno de los integrantes de un grupo. Las co-autorías dan cuenta objetiva de la dimensión colectiva, colaborativa, en la producción y difusión de conocimientos. Es por ello que su presencia (en publicaciones, ponencias en congresos, informes de investigación, patentes) entre miembros del grupo fue considerada un elemento fundamental en el examen de la validez de los datos obtenidos. En particular, este elemento colabora a trascender la mera percepción sobre la existencia del grupo de aquellos investigadores que respondieron a la convocatoria.

Un elemento adicional debe ser mencionado, dado que probablemente jugó un papel en la voluntad de responder a la convocatoria: la comunicación expresa, en la carta de presentación adjunta al formulario, de la intención de la CSIC de estudiar formas de apoyar financieramente a los grupos de investigación. Este elemento, que no es posible controlar, hace aún más importante el análisis de los cinco aspectos arriba mencionados a efectos de calibrar los resultados obtenidos.

32

i) *Nivel de cobertura.* A partir del relevamiento, se obtuvo el número total de docentes universitarios integrantes de grupos de investigación (luego de eliminar las repeticiones). Se comparó luego dicho número con el total de docentes que declaran realizar actividades de investigación según el Censo Universitario realizado en el año 2000.<sup>9</sup> Los investigadores identificados en la convocatoria a grupos representan el 63.4% de los relevados por el Censo. Dado que existen docentes que realizan actividades de investigación en forma individual, el número total de investigadores siempre será mayor que el relevado a partir de grupos de investigación. Puede estimarse, así, que el nivel de cobertura aproximado por este control es aceptable.

ii) *Presencia de investigadores de reconocido nivel.* Se cotejó el número de miembros de grupos de investigación participantes del Régimen de Dedicación Total con el total de docentes en dicho Régimen durante 2001. Los relevados

<sup>8</sup> Hace veinte años, los investigadores con posgrado constituían apenas el 13% del total (Argenti, Filgueira, Sutz, 1988).

<sup>9</sup> La pregunta en el Censo Universitario era la siguiente: "¿Realizó actividades de investigación en la Universidad de la República en el período 1996-1999?". Dada la formulación de la pregunta, es razonable suponer que las respuestas obtenidas sobredimensionaron el universo de investigadores de la universidad.

representan el 72.6% del total existente.<sup>10</sup>

iii) *Distribución de los grupos según áreas cognitivas.* Se intentó detectar posibles sesgos en las respuestas obtenidas asociados al área cognitiva del grupo. A esos efectos se comparó la distribución por área de conocimiento de la demanda agregada al Programa de Proyectos de I+D de la CSIC en el período 1992- 1999 - que incluyó más de 2200 proyectos - con la distribución por área de conocimiento de los grupos de investigación detectados. El resultado de dicha comparación se muestra en el Cuadro 1. Puede observarse que ambas distribuciones son relativamente similares, lo que sugiere la ausencia de sesgos marcados en la distribución según área cognitiva de los grupos de investigación relevados.

**Cuadro 1: Grupos Relevados y Demanda a Fondos**

Area de Conocimiento	Grupos Relevados	Demanda a Proyectos de I+D (1992-1999)
Agraria	10.3%	13.3%
Básica	36.0%	31.7%
Salud	11.2%	14.7%
Social	27.4%	23.8%
Tecnológica	15.1%	16.5%
Total	100%	100%

33

iv) *Presencia de estudiantes de posgrado y de posgraduados en los grupos.* El 80% de los grupos de investigación relevados contaban con algún integrante con estudios de posgrado culminados o en proceso.

v) *Presencia de publicaciones en co-autoría de dos o más miembros del grupo.* Las coautorías representan el 83% de las respuestas válidas sobre producción académica de los grupos.

<sup>10</sup> El Régimen de Dedicación Total opera con la intención expresa de estimular la investigación y la actividad creadora en la Universidad de la República. Por este motivo, quienes participan del mismo son investigadores de nivel reconocido por definición. Puede observarse que la proporción de docentes en Régimen de Dedicación Total detectados en grupos respecto del total de docentes en dicho Régimen -72.6%- es muy similar a la proporción de investigadores de alto nivel detectados en el relevamiento brasileño. Véase nota al pie 9.

La contextualización de los datos que resulta del análisis de estos cinco aspectos muestra que los 365 grupos que contestaron la convocatoria dan cuenta de una alta proporción de los investigadores de la Universidad de la República y, también, de una alta proporción de los docentes en Régimen de Dedicación Total. Los grupos muestran una distribución muy similar en términos de áreas cognitivas de pertenencia a la que ofrece la mayor fuente independiente disponible para medir las tendencias de la investigación universitaria: la estructura de la demanda por fondos de más de 2000 proyectos de investigación. Incluyen entre sus miembros una elevada proporción de estudiantes de posgrado y posgraduados, siendo igualmente muy elevada la presencia de co-autorías entre miembros de los grupos. Creemos entonces que puede inferirse razonablemente que la respuesta obtenida a la convocatoria a la auto-identificación de grupos de investigación es lo suficientemente consistente como para que se justifique proseguir con el análisis de los datos obtenidos.

¿Es posible inferir que el haber obtenido resultados relativamente consistentes valida expost la hipótesis de la importancia de la auto-identidad como orientación metodológica para la identificación de grupos? ¿Podría recomendarse esta metodología a otras instituciones que quisieran identificar a los grupos de investigación que actúan en su seno, siempre y cuando definieran controles adecuados a su realidad? Sería aventurado dar una respuesta concluyente a cualquiera de estas preguntas, entre otras cosas porque hasta donde sabemos, esta metodología se utiliza por primera vez. Pasemos entonces a presentar algunos de los resultados obtenidos.

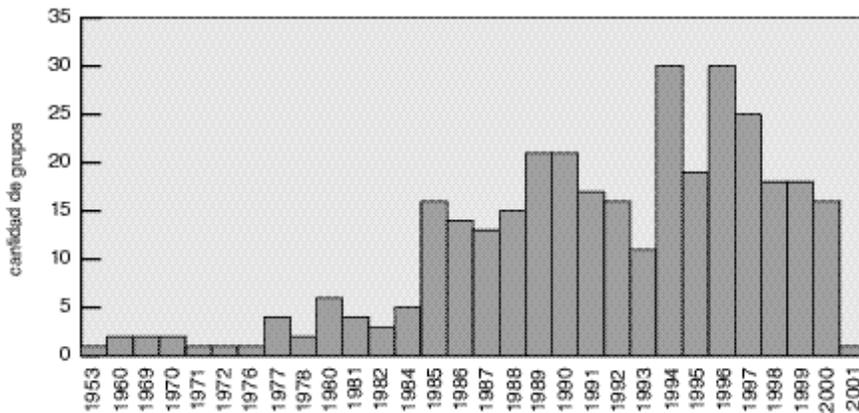
34

### **Algunos resultados seleccionados**

Examinaremos a continuación algunos resultados del análisis realizado a partir del relevamiento. Estos refieren a la dinámica de creación de grupos, su antigüedad, su estructura de financiamiento y sus trayectorias académicas.

#### **Dinámica de creación de grupos**

El primer aspecto que interesa examinar refiere al fenómeno global de creación de espacios colectivos de investigación. Si bien la mayoría de los grupos no tiene una fecha fundacional sino que se va conformando a partir de circunstancias diversas, a los efectos del análisis es razonable asumir que cada grupo existe a partir de la fecha más antigua de adscripción reportada por alguno de sus miembros en actividad. Los resultados pueden verse en la gráfica a continuación.

**Gráfica 1: Año de Creación de los Grupos de Investigación**

Claramente, la creación de grupos de investigación presenta una distribución amplia que incluye un número relativamente pequeño de grupos que cuenta con varias décadas de existencia y un grupo bastante numeroso de grupos de creación reciente. En función del año de creación, puede apreciarse que las formas colectivas de investigación no dan cuenta de una temporalidad efímera sino que refieren a un fenómeno relativamente establecido en la Universidad de la República.

35

La distribución del año de creación de grupos de investigación sugiere la existencia de distintos períodos en la investigación universitaria. Los grupos más antiguos que aún están operativos, creados con anterioridad a la década de los años '70, corresponden a aquellas áreas del conocimiento que tuvieron un temprano desarrollo académico en Uruguay, como por ejemplo el campo de la biología y la geología. Una segunda etapa se ubica durante los años del gobierno militar y la intervención universitaria (1973-1984) en la cual la creación de grupos es pequeña. Cabe mencionar que esta etapa coincide con un gran desmantelamiento del cuerpo docente y el alejamiento del país de importantes contingentes de universitarios. Con la reorganización institucional que tiene lugar a partir del retorno a la democracia en el año 1985 se registra una importante aceleración en el ritmo de creación de grupos de investigación que se prolonga hacia la década de los '90. Este período corresponde a la reconstitución de las actividades de investigación en todas las áreas del conocimiento, el retorno a Uruguay de investigadores que habían emigrado en los años de la dictadura, así como a políticas expresas de apoyo a la investigación, como la creación de la Comisión Sectorial de Investigación Científica en el año 1992. Adicionalmente, confluyen en la segunda mitad de la década de los '80 y los años '90 varios acontecimientos que favorecen el fortalecimiento de las actividades de investigación, entre los que puede mencionarse la creación del Programa de

Desarrollo de las Ciencias Básicas, el Proyecto CONICYT-BID para Ciencia y Tecnología y la creación de las Facultades de Ciencias (Exactas y Naturales) y de Ciencias Sociales de la Universidad de la República. Entre los años 1994 y 1997 se registra una verdadera explosión en la creación de grupos de investigación, concentrándose en esos años la constitución del 31% de los grupos auto-identificados. Finalmente, a partir del año 1998 comienza a evidenciarse una desaceleración en el ritmo de creación de grupos de investigación que puede ser interpretada, entre otros factores, en función del deterioro del presupuesto de investigación de la Universidad de la República.

Los grupos de investigación son entidades dinámicas cuyo desarrollo y consolidación en el tiempo dependen de factores tan diversos como la organización del saber al interior de una rama de conocimiento, las políticas de investigación, el grado de complejidad de los objetos de estudio, las relaciones entre los investigadores, la disponibilidad de financiamiento, por nombrar sólo algunos. El análisis de factores como los anteriormente nombrados hubiera requerido un estudio en profundidad a partir de metodologías de tipo cualitativo, lo cual escapa totalmente al abordaje utilizado en esta oportunidad. Sin embargo, es importante resaltar que el estudio realizado no se limitó a constatar la existencia de grupos sino que permitió estimar la capacidad de éstos para consolidarse verdaderamente como unidades de producción de conocimientos. En este artículo seleccionamos tres temáticas que dan cuenta de la potencialidad de los grupos para desarrollar actividades de investigación: la antigüedad de los mismos, las trayectorias académicas y los financiamientos obtenidos.

36

### **La antigüedad de los grupos**

El tiempo de vida de los grupos de investigación, es decir su permanencia en el tiempo, interviene, entre otros factores, en las posibilidades del colectivo de acumular saberes y prácticas compartidas que se transmiten como conocimiento tácito. La duración de la colaboración a lo largo de un cierto tiempo permite la emergencia de códigos comunes que los miembros del colectivo adquieren, sobre los cuales se construye su quehacer académico y que, eventualmente, trasladan consigo cuando integran nuevos grupos. En este sentido, los grupos de investigación constituyen el espacio de socialización de nuevos investigadores a partir de procesos de aprendizaje colectivo que involucran tanto contenidos cognitivos como parámetros normativos (Bianco, 2001).

Conocer el tiempo de vida de los grupos de investigación resulta importante a efectos de aportar nuevos elementos para su caracterización. Debido a su gran dinamismo y a su relativo grado de informalidad institucional, se consideró improbable que se pudiera establecer una fecha precisa de creación para los grupos de investigación a partir de la cual realizar el análisis de su tiempo de vida. Es por ello que se consideró más conveniente conocer el momento de la adscripción al colectivo de cada uno de los integrantes, en tanto esta fecha resulta de significación individual y por lo tanto es más fácil de precisar. En tal sentido, el formulario de

relevamiento incluyó una tabla en la cual fue indicado, entre otros datos, el año de adscripción al grupo de investigación de cada uno de los miembros que se encontraba activos al momento del relevamiento.<sup>11</sup>

Habiendo obtenido esta información para cada uno de los miembros del grupo, se tomó como año de constitución del mismo la primer adscripción ocurrida en el tiempo. Se asumió, a los efectos del análisis, que el grupo comenzaba a existir a partir del año de adscripción más antiguo reportado para alguno de sus miembros.

A los efectos de examinar la antigüedad de los grupos, se calculó el tiempo transcurrido entre el año de constitución del grupo en el sentido descrito y el año en que se realizó el relevamiento. Para el total de grupos se obtuvo un promedio general que se aproxima a los 10 años de existencia, lo cual parece indicar que los grupos de investigación cuentan con una cierta permanencia en el tiempo.

Se observó la antigüedad de los grupos de investigación en relación a su número de integrantes a los efectos de conocer si el tamaño estaba asociado al tiempo de vida de los grupos. Se utilizó para ello la periodización arriba esbozada con respecto al proceso de creación de grupos, diferenciando entre aquellos cuyo año de creación era anterior a 1984, los que habían sido creados entre 1984 y 1992, y los que surgieron de 1993 en adelante. En el Cuadro 2 se indica, para el total de grupos creados en cada período, el porcentaje que corresponde a cada estructura de tamaño.

37

**Cuadro 2: Tamaño de los Grupos según Periodo de Creación**

Número de Integrantes	Periodo de Creación		
	hasta 1983	1984 - 1992	1993 - 2001
hasta 4	11.4	23.9	40.2
entre 5 y 7	28.6	39.1	39.1
8 y más	60.0	37.0	20.7
Total	100%	100%	100%

Puede apreciarse que entre los grupos de constitución más antigua son mayoría clara aquellos de mayor tamaño (8 integrantes y más) mientras que entre los grupos más recientes, los de mayor tamaño son una franca minoría. Parece inferirse de los

<sup>11</sup> Precediendo la tabla figuraba el siguiente texto: "por favor, indique las siguientes informaciones para cada uno de los miembros del grupo. Incluya solamente aquellas personas que están trabajando en el núcleo temático principal o en alguna de sus líneas de investigación. No se exige adscripción exclusiva al grupo."

datos presentados que el tamaño de los grupos está asociado a su tiempo de vida, detectándose una tendencia hacia la conformación de grupos comparativamente más pequeños a medida que se transita del primer al tercer período considerado. No es posible determinar la causalidad de dicha tendencia en base a los datos aquí analizados ni establecer vínculos entre el tamaño de los grupos y su grado de consolidación. En principio, el aumento de grupos de menor número de integrantes en tiempos más recientes podría estar vinculado a la corta vida de los mismos, a dificultades para crecer asociadas a restricciones financieras crecientes, ser un reflejo de cambios en las formas de organización del saber y/o de la multiplicación de especialidades. Asimismo, podría pensarse que el pequeño tamaño, en las circunstancias actuales, refleja estrategias de supervivencia de los grupos o refiere, más directamente, a limitaciones no superables. Es también probable que el reducido número de miembros derive en mayores necesidades de colaboración académica entre grupos.

### **Las trayectorias académicas**

La composición de los grupos de investigación en términos de la formación de posgrado de sus integrantes puede tomarse como indicador de su situación académica y de los procesos de formación de recursos humanos para investigación. La noción de trayectoria es adecuada para dar cuenta de esta última en términos dinámicos, proponiéndose las siguientes cuatro situaciones:

38

1. *grupos sin trayectoria en la formación de posgrado*: carecen de integrantes con estudios de posgrado culminados o en proceso;
2. *grupos de trayectoria incipiente*: tienen estudiantes de maestría y/o de doctorado pero no cuentan con integrantes titulados a nivel de posgrado;
3. *grupos de trayectoria en desarrollo*: tienen al menos un estudiante de posgrado y al menos un miembro con maestría y/o doctorado terminado;
4. *grupos con trayectoria estacionaria*: tienen miembros con maestrías y/o doctorados culminados pero no cuentan con estudiantes de posgrado.

**Cuadro 3: Trayectorias Académicas según Áreas de Conocimiento**

Trayectoria Académica	Total de Grupos	Agraria	Básica	Salud	Social	Tecnológica
Sin trayectoria	19.0	5.4	10.8	55.0	18.4	22.2
Incipiente	10.6	2.7	7.0	15.0	14.3	14.8
En desarrollo	48.0	54.1	59.7	20.0	45.9	40.7
Estacionaria	22.1	37.8	21.7	10.0	21.4	22.2
Sin datos	0.3	-	0.8	-	-	-
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Los resultados presentados en el Cuadro 3, en particular en la primera columna, sugieren una importante dinámica en la formación de cuarto nivel de los integrantes de grupos de investigación expresada en la fuerte presencia de trayectorias en desarrollo. Este tipo de grupos conjuntamente con los de trayectoria incipiente presentan, comparativamente, mejores posibilidades de conformar colectivos consolidados de producción de conocimiento. Los grupos sin trayectoria, al no contar con miembros con o en formación de posgrado, tienen un techo bajo para su desarrollo y los grupos de trayectoria estacionaria parecen tener coartadas sus posibilidades de reproducción académica. La distribución de trayectorias por área de conocimiento muestra estructuras relativamente comparables entre las ciencias agrarias, básicas, sociales y tecnológicas en las cuales más del 40 por ciento de los grupos presenta trayectorias en desarrollo. En las ciencias de la salud, contrariamente, más de la mitad de los grupos presenta ausencia de formación de posgrado lo cual es consistente con la tradición profesionalista de esta área y la carencia histórica de programas de posgrado en las áreas clínicas.<sup>12</sup>

39

### Los financiamientos

El financiamiento obtenido por los grupos determina, en la mayoría de los casos, la posibilidad de realizar actividades de investigación. El relevamiento consultó acerca de las fuentes de financiamiento para investigación adicionales al presupuesto universitario ordinario del grupo, que generalmente provee el salario de sus integrantes. Se solicitó información acerca de los principales financiamientos obtenidos durante los cinco años anteriores al relevamiento incluyendo proyectos de investigación, realización de eventos académicos y apoyos destinados a la formación de recursos humanos para investigación.

<sup>12</sup> Para subsanar esta carencia tuvo lugar recientemente la creación del Programa de Investigaciones Biomédicas (PROINBIO), radicado en la Facultad de Medicina.

Los resultados obtenidos revelan que la gran mayoría (85%) de los grupos relevados ha contado con alguna modalidad de financiamiento adicional para la realización de sus actividades de investigación. A partir de estos resultados podría deducirse que es prácticamente inviable el desarrollo de investigación sobre la sola base de la remuneración salarial de los investigadores.

**Cuadro 4: Financiamiento de los Grupos según Área de Conocimiento**

<b>Tipo de Financiamiento</b>	<b>Total de Grupos</b>	<b>Agraria %</b>	<b>Básica %</b>	<b>Salud %</b>	<b>Social %</b>	<b>Tecnológica %</b>
Sin financiamiento	14.5	0	5.4	37.5	23.5	13.0
Financiamiento no CSIC	19.3	29.7	17.1	17.5	14.3	31.5
Financiamiento sólo CSIC	15.1	0	5.4	20.0	31.6	11.1
Financiamiento CSIC y otros	50.5	70.3	72.1	25.0	30.6	44.4
Total	100	100	100	100	100	100

40

En el conjunto relevado, la mayoría de los grupos (66%) ha recibido en el período considerado algún financiamiento proveniente de los fondos concursables de la CSIC. La mitad de los grupos relevados combina financiamientos de la CSIC con otras fuentes de financiamiento, mientras aproximadamente una quinta parte opera exclusivamente en base a financiamientos externos a esta agencia y una sexta parte del total funciona únicamente con apoyos de la CSIC. El análisis por área de conocimiento permite identificar una dependencia considerable de las ciencias sociales con respecto al financiamiento de la CSIC mientras las áreas agraria, básica y tecnológica presentan mayor diversidad de fuentes de financiamiento. Nuevamente, las ciencias de la salud se singularizan por tener la tercera parte de sus grupos realizando actividades de investigación sin contar con financiamientos adicionales al presupuesto ordinario.

Adicionalmente, se examinó la relación entre los financiamientos obtenidos y las trayectorias académicas cuyos resultados se muestran en el Cuadro 5.

**Cuadro 5: Financiamientos, Trayectorias Académicas y Antigüedad de los Grupos**

Financiamiento	Trayectoria Académica			
	Sin trayectoria	Incipiente	En desarrollo	Estacionaria
Sin financiamiento	39,7	13,2	6,4	11,4
Financiamiento no CSIC	27,9	15,8	16,9	21,5
Financiamiento sólo CSIC	14,7	34,2	9,3	16,5
Financiamiento CSIC y otros	17,6	36,8	67,4	50,6
Total	100%	100%	100%	100%
Antigüedad media	8.9 años	7.5 años	10.3 años	9.6 años

En efecto, existe una asociación entre la situación académica de los grupos y sus posibilidades de conseguir financiamientos. Aquellos grupos que cuentan entre sus miembros con investigadores con formación de cuarto nivel (trayectorias académicas en desarrollo o estacionarias) tienden a diversificar sus fuentes de financiamiento significativamente más que los demás grupos. Paralelamente, los grupos con miembros realizando estudios de posgrado (trayectoria incipiente) presentan comparativamente una mayor dependencia de los financiamientos de la CSIC, mientras los grupos sin trayectoria en la formación de posgrado son los que presentan el porcentaje mayor de grupos sin financiamiento alguno.

41

Finalmente, cabe preguntarse si los grupos con mayor diversidad de fuentes de financiamiento para investigación y trayectorias de formación de posgrado de mayor desarrollo son también los grupos de investigación más antiguos. A tales efectos, se comparó la antigüedad media de los grupos según trayectorias académicas para encontrar diferencias menores que no alcanzan significación estadística. En este sentido, puede deducirse que el tiempo de vida de los colectivos de investigación no aparece asociado a sus posibilidades de lograr financiamientos y de profundizar sus trayectorias de formación a nivel de posgrado.

## Conclusión

La importancia del grupo de investigación como unidad de análisis de las formas de producción de conocimiento hace especialmente relevante el diseño de metodologías apropiadas para su identificación. Las principales experiencias en este sentido se dividen en dos tipos. Por una parte están aquellas que delimitan el tipo de

grupo a estudiar, por ejemplo a partir del tema del cual se ocupa, lo que facilita considerablemente su identificación por parte del analista. Por otra, están aquellas que abordan la cuestión de forma general, pero recurriendo a formas indirectas de identificación, es decir, depositando en algún actor, típicamente los investigadores de mayor nivel académico, la responsabilidad por dicha tarea.

La originalidad metodológica del estudio descrito en este trabajo radica en que la identificación del conjunto de grupos de investigación operando en un medio académico determinado se hace de forma directa, a través de un mecanismo de auto-identificación. Esta metodología difiere de las dos anteriormente mencionadas en que, en primer lugar, abarca todos los grupos, sin seleccionar por orientación disciplinar. En segundo lugar, en vez de ser el analista quien identifica el universo a estudiar o las personas que deben identificarlo, recurre a la auto-identificación del sujeto de estudio como forma de construir dicho universo.

La idea-fuerza detrás de la metodología utilizada es la noción de identidad grupal, que ha sido muy trabajada a través de enfoques provenientes de la psicología social. Dos aspectos resultan especialmente relevantes para la configuración de dicha noción, que explica porqué un conjunto de individuos deviene grupo: la cohesión social y la identidad social. Ambas están asociadas al comportamiento grupal, que incluye, entre otras cosas, interacción coordinada y adhesión a normas. Parte de la cohesión social del grupo está dada por su delimitación, en virtud de los aspectos específicos que definen unívocamente al grupo en contraste con otros. La identidad social del grupo existe en la medida en que el grupo tiene, en tanto tal, un comportamiento distintivo, expresado en las cualidades únicas de sus miembros y en las características únicas del propósito y objetivos del conjunto (Hogg y Abrams, 1988: 105, 106). Ambos aspectos colaboran con la identidad grupal a través del reconocimiento del grupo como entidad diferenciada y del sentido de pertenencia de sus miembros. Así, la hipótesis en que se basa la metodología es que si los grupos de investigación existen, tienen identidad, lo que implica capacidad de reconocerse como entidad diferenciada y con sentido de pertenencia. Ambos aspectos les permiten identificarse como tales y, por lo tanto, responder a una convocatoria abierta a su auto-identificación.

Como se indicara en este trabajo, los resultados obtenidos a partir de la aplicación de esta metodología fueron satisfactorios, tanto desde un punto de vista cuantitativo-controlado por fuentes independientes de información- como cualitativo, referido a aspectos que hacen al nivel académico de los grupos y a su comportamiento, en tanto colectivos de investigación. Sería interesante explorar si esta metodología podría ser utilizada en otros países de la región, abriendo así una perspectiva de trabajo comparado en el campo CTS, a saber, el análisis sistemático de la unidad de base de producción de conocimientos.

La investigación de la que aquí se da cuenta es incipiente, tanto por ser la primera vez que se realiza como porque el análisis de los resultados obtenidos no ha sido aún acabado. Esperamos basar en ellos dos direcciones de trabajo. Una tiene que ver con el afinamiento de las políticas de apoyo a la investigación, en la dirección del

diseño de “instrumentos distintos para quienes son distintos”. Para ello la unidad de análisis de las políticas no puede seguir siendo, como hasta ahora, los macro-agregados constituidos por áreas de conocimiento, sino las unidades de trabajo de investigación a nivel micro. Una segunda dirección de trabajo consiste en el análisis en profundidad de aspectos centrales de la actividad de investigación -definición de la agenda, estrategias de supervivencia y crecimiento, modalidades de reproducción social del acervo académico, entre otras- para la cual disponer de un buen mapa de grupos de investigación es central, ya que ello permite una rica diversidad de agrupamientos analíticos que trasciendan la sola identidad temática.

## Bibliografía

ARGENTI, G., FILGUEIRA, C., SUTZ, J. (1988): *Ciencia y Tecnología: un diagnóstico de oportunidades*, Montevideo, MEC/CIESU.

BAULEO, A. (1977): *Contrainstitución y grupos*. México, D.F, Editorial Fundamentos.

BELLAVISTA, J., ESCRIBANO, L., GRABULÓS, M., VIALDIU, C., GUARDIOLA, E., IGLESIAS, C. (1993): *Política Científica y Tecnológica. Evaluación del I+D en la Universitat de Barcelona*, Barcelona, Universitat de Barcelona.

BEN-DAVID, J. (1984): *The Scientist's Role in Society*, Chicago, The University of Chicago Press.

BENNER, M. (2001): “Advantages and disadvantages of scientific networking in the era of ‘globalisation’” Disponible en: [www.sasnet.lu.se/bennerpaper.pdf](http://www.sasnet.lu.se/bennerpaper.pdf) (acceso Noviembre 2003).

BIANCO, M. (2001): “Una aproximación conceptual a los grupos o colectivos de investigación”, presentado en *Primer Taller Teórico-Methodológico de Estudios Sociales de la Ciencia*, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires.

BIANCO, M., MUJICA, A., SUTZ, J. y VISCARDI, N. (1999): “Centros, Programas y Redes de Excelencia entre Países del MERCOSUR, Bolivia y Chile”, Capítulo Uruguay, Informe de investigación, Montevideo, CINDA-OEA.

CNPq (2002): “Como é feita a aquisição dos dados do Diretório?” Disponible en: <http://lattes.cnpq.br/diretorio> (acceso Marzo 2005).

\_\_\_\_\_ (s/f): *A Pesquisa no Brasil*, Brasília, CNPq.

\_\_\_\_\_ (1995): *Directório dos Grupos de Pesquisa no Brasil*, Versao 2.0., Brasília, CNPq.

COLCIENCIAS. (2002): "VI Convocatoria a Grupos Colombianos de Investigación Científica o Tecnológica". Disponible en: [www2.colciencias.gov.co:8888/sncyt/pdfs/grupos2002.pdf](http://www2.colciencias.gov.co:8888/sncyt/pdfs/grupos2002.pdf) (acceso Junio 2003).

ETZKOWITZ, H. (1992): "Individual Investigators and Their Research Groups", *Minerva* 30: 28-50.

HOGG, M. y ABRAMS, D. (1988): *Social Identifications*, London, Routledge.

LARÉDO, P. (2001): "Benchmarking of RTD policies in Europe: 'research collectives' as an entry point for renewed comparative analyses", *Science and Public Policy* 28(4): 285-294.

LARÉDO, P. (1999): "Report on the Development of a Reproducible Method for the Characterisation of a Large Set of Research Collectives. A test on human genetics in Europe", Paris, Armines/CSI.

OLSON, M. (2000): *The logic of collective action. Public goods and the theory of groups*. Cambridge, MA., Harvard University Press.

44 PICHON-RIVIÈRE, E. (1985): *El proceso grupal. Del psicoanálisis a la psicología social (I)*. Buenos Aires, Nueva Visión.

SECRETARÍA DE CIENCIA Y TÉCNICA (UBA) (1996): "Análisis global de la investigación en quince áreas del conocimiento en la Universidad de Buenos Aires", Serie Ciencia y Tecnología en la UBA. Disponible en: [www.rec.uba.ar/Documentos/analisis.pdf](http://www.rec.uba.ar/Documentos/analisis.pdf) (acceso Junio 2004).

SMITH, D. (2001): "Collaborative Research: Policy and the Management of Knowledge Creatin on the UK Universities", *Higher Education Quarterly* 55(2): 131-157.

UNIDAD ACADEMICA (2003): *Grupos de Investigación en la Universidad de la República*, Montevideo, CSIC-UDELAR.

WEBER, M. (1993): *Basic Concepts in Sociology*, New York, Citadel Press.

ZIMAN, J. (2000): *Real Science. What is, what it means*, Cambridge, UK., Cambridge University Press.

## El desarrollo de las ciencias a través de las metáforas: un programa de investigación en estudios sobre la ciencia

Héctor A. Palma  (hector.palma@unsam.edu.ar)  
Universidad Nacional de Gral. San Martín, Argentina

En la actualidad, todavía sería una demostración mayor de locura decidir, como quieren algunos, que con el pretexto de que la razón no es suficiente, tampoco es necesaria.  
(F. Jacob, *Le jeus des possibles*)

Habitualmente se sostiene que las metáforas son expresiones en las cuales se dice algo pero se evoca o sugiere otra cosa, que son - o deberían ser- patrimonio casi exclusivo del lenguaje literario o del lenguaje vulgar y que no son relevantes en el discurso científico. Sin embargo, la ubicuidad de la metáfora en la ciencia -no sólo en la enseñanza y la divulgación sino también en la producción y sobre todo en la legitimación del conocimiento- lleva a sospechar que hay algo erróneo en esos puntos de vista. Este trabajo se propone, entonces, discrepar con las tres afirmaciones precedentes y sostener, por el contrario, que las metáforas dicen algo por sí mismas, y no como meras subsidiarias de otra expresión considerada literal; que si bien hay excelentes ejemplos en la literatura, también hay metáforas brillantes y fecundas en la ciencia y, la tesis más fuerte, que las metáforas cumplen en la ciencia un papel constitutivo fundamental. En este sentido, se plantea la posibilidad de desarrollar un programa de investigación sobre la base de una epistemología evolucionista cuya unidad de selección sean las metáforas, epistémicamente consideradas.

45

**Palabras clave:** epistemología evolucionista, metáforas, filosofía de las ciencias, historia de las ciencias.

*Usually it is held that the metaphors are expressions in which something is said but it is evoked or suggested another thing; that they are - or they should be - almost exclusive patrimony of the literary language or the vulgar language; and that they are not relevant in the science. However, the ubiquity of the metaphor in the science - not only in the teaching and the popularization of the knowledge but also in its production and mainly in its legitimation - takes to suspect that there is something erroneous in those points of view. Thus, this paper attempt to disagree with the three precedent claims and to hold, on the contrary, that the metaphors say something for themselves, and not only as mere subsidiaries of another literal considered expression; that although there are excellent examples in the literature, there are also brilliant and fecund metaphors in the science and, the strongest thesis, that the metaphors perform a fundamental constituent role in the science. In this sense, it is thought about the possibility to develop an research programme on the base of an evolutionary epistemology whose units of selection are the metaphors, epistemically considered.*

**Key words:** evolutionary epistemology, metaphors, history of sciences, philosophy of sciences.

## Presentación

El objetivo de este trabajo es esbozar una apretada síntesis -por la brevedad del espacio, en muchas ocasiones sin argumentar- de los lineamientos para un programa de investigación en estudios sobre la ciencia en el cual un tipo especial de metáforas -que llamaré "metáforas epistémicas"- funcione como la unidad de selección de una epistemología evolucionista que sea apta para combinar en sus análisis metacientíficos las perspectivas sincrónicas (análisis de la estructura de las teorías científicas) con las diacrónicas (análisis del desarrollo de las teorías y de las prácticas de la comunidad científica). Una epistemología evolucionista, en suma, que suponga que un conjunto de metáforas disponibles (que pueden ser de la más variada índole, complejidad, origen y alcance, tales como taxonomías, conceptos, teorías, ideas vagas, valores culturales, valores epistémicos, prejuicios, etc.) se extrapolan, deslizan o filtran de un ámbito de conocimiento a otro, en un juego de tipo metafórico y, sobre ese conjunto con una cantidad limitada pero amplia de metáforas, operan instancias diversas de selección. Pero otorgar un papel tan relevante a las metáforas en la producción y legitimación del conocimiento -ámbito del cual o bien ha permanecido ajena o bien tíbiamente aceptada bajo sospecha y sólo como mero expediente heurístico- implica una reconsideración radical sobre la naturaleza y función de las mismas. Comenzaremos por este último problema.

### 1. Epistemología de la metáfora

46

#### 1.1 El giro cognoscitivo de la metáfora

¿Qué hacen sino una metáfora, los que sostienen que el universo es un organismo, o bien que es una máquina, o que es un libro escrito en caracteres matemáticos; los que sostienen que la humanidad o una civilización se desarrolla o muere; que las leyes de la economía o la sociología son equivalentes a las de la física newtoniana; que entre las empresas comerciales, las innovaciones tecnológicas, o aún entre los pueblos y culturas operan mecanismos de selección de tipo darwiniano; que hay una mano invisible que autoregula el mercado; que las especies evolucionan por selección natural; que la mente humana es como una computadora o bien que una computadora es como una mente; que la ontogenia humana repite o reproduce la filogenia o, por el contrario, que la filogenia repite la ontogenia; que la información de una generación a otra se transmite mediante un código genético? Y la lista podría seguir, aún sin hablar de la infinita proliferación de metáforas en la enseñanza y la divulgación científica. Muchas veces, y en defensa del privilegio epistémico de la ciencia, suele señalarse que expresiones como las precedentes son meras formas de hablar, un lenguaje figurado o desviado que cumpliría funciones didácticas o heurísticas. Es indudable que esta es una parte del problema, pero la menos interesante. Por el contrario, en infinidad de ocasiones las metáforas utilizadas resultan genuinos intentos de descripción y/o explicación acerca del mundo:

Lo que calificamos de evolución en el pensamiento es muchas veces tan sólo la sustitución transformadora, en ciertos puntos

críticos de la historia, de una metáfora-base por otra, en la contemplación por el hombre del universo, de la sociedad y de sí mismo. (Nisbet, 1968 [1976, p. X]).<sup>1</sup>

Habitualmente se sostiene que las metáforas son expresiones en las cuales se dice algo pero se evoca o sugiere otra cosa, que son - o deberían ser- patrimonio casi exclusivo del lenguaje literario o del lenguaje vulgar, y que no son relevantes en el discurso científico. Creo, sin embargo, que se puede discrepar, en distinto grado, con las tres afirmaciones precedentes y sostener, por el contrario, que es fructífero en epistemología (aunque sería absurdo aplicarlo en la literatura) considerar que las metáforas dicen algo por sí mismas y no como meras subsidiarias de otra expresión considerada literal; que aunque hay excelentes ejemplos en la literatura, también hay metáforas brillantes y fecundas en la ciencia y, la tesis más fuerte, que las metáforas cumplen en la ciencia un papel constitutivo fundamental. Pero la revalorización de la metáfora, y esto debe quedar claro, no surge meramente de revalorizar para ella las funciones heurísticas o estéticas que se le han atribuido tradicionalmente y desdeñadas, por otro lado, por la epistemología estándar. No sería, en todo caso, una búsqueda de aquellos elementos en los cuales la ciencia se parece a otras prácticas discursivas como la literatura en que han caído buena parte de los estudios sobre la ciencia<sup>2</sup> de las últimas décadas. Se trata de algunas versiones retoricistas/irracionalistas/postmodernistas de moda que han contribuido a desdibujar la especificidad de la ciencia incluyéndola en un conjunto heterogéneo de saberes y prácticas discursivas (Cf. entre otros: Bauer, 1992; Bloor, 1971; De Coorebyter (ed), 1994; Fuller, 1993; Gross, 1990; Latour y Woolgar, 1979; Locke, 1992; Latour, 1987; Pera, 1994; Shapin, 1982; Woolgar, 1988; Haraway, 1991). La "literaturalización" de la ciencia que operan producto en parte de la ubicuidad de las metáforas en la ciencia, se apoya en un error: considerar que las metáforas tienen una función meramente retórica y estética que, en caso de usarlas, transmitirían a la ciencia. En este trabajo, por el contrario, se partirá de la función principalmente cognoscitiva y epistémica de las metáforas, dejando de lado como una cuestión residual o secundaria sus cualidades estéticas. Para ello es necesario realizar algunas consideraciones sobre la naturaleza misma de las metáforas.

47

## 1.2 Versiones semánticas y pragmáticas

Hay dos versiones principales acerca de la naturaleza del discurso metafórico: la semántica, ya de autores clásicos como Aristóteles (Cf. *Poética* -1457b y *Retórica* -1404b y sig.), ya de autores contemporáneos como I. A. Richards (1936), P. Ricoeur (1975), M. Black (1962), o N. Goodman (1968); y la versión pragmática propuesta entre otros por D. Davidson (1984), A. Martinich (1991), o J. Searle (1991).

<sup>1</sup> En las citas se consigna el año de la publicación original y, entre corchetes, el año y las páginas de la versión en español de la que fue tomada.

<sup>2</sup> Me refiero a los estudios metacientíficos provenientes de la filosofía, historia, sociología, antropología, política, retórica de las ciencias, disciplinas asociadas y estudios interdisciplinarios.

Básicamente, el punto de vista semántico sostiene, obviamente, que el juego metafórico surge porque algo ocurre con el significado de los términos y/o expresiones intervinientes. La definición ya clásica de Aristoteles inaugura la concepción semántica y toda una tradición en el tratamiento del problema de la metáfora: "(...) la transposición de un nombre a cosa distinta de la que tal nombre significa (...)" (Aristóteles, *Poética*, 1457b). En esta línea, las discusiones giran en torno a la relación entre el lenguaje literal y el lenguaje metafórico entre los cuales se realiza esa transposición. M. Black (1962) distinguió, por un lado, el enfoque sustitutivo (*substitution view*), con su variante el enfoque comparativo (*comparison view*) y, por otro lado, su propia propuesta, el enfoque interactivo (*interaction view*). Según el enfoque sustitutivo la expresión metafórica funciona como un sustituto de una expresión literal y se usaría en un sentido distinto del suyo propio o normal, en un contexto que permitiría detectar y transformar del modo apropiado aquel sentido impropio o anormal. En suma, lo mismo que dice la metáfora podría expresarse de modo literal y comprenderla sería como descifrar un código o hacer una traducción. En el caso especial del enfoque comparativo, según Black, la expresión metafórica tiene un significado que procede, por cierta transformación, de su significado literal normal. La metáfora sería una forma de lenguaje figurado (como la ironía o la hipérbole) cuya función es la analogía o semejanza, y en tal sentido la expresión metafórica 'M' tendría un significado semejante o análogo a su equivalente literal 'L'. Sin embargo, la potencia de la metáfora procede más bien de su carácter un tanto impreciso, y parecería más apropiado y esclarecedor decir que la metáfora crea la semejanza más que dar cuenta de una semejanza preexistente. Black sostiene, acertadamente, que cuando se construye una metáfora, más que una comparación o sustitución, se ponen en actividad simultánea -en interacción- dos ámbitos que habitualmente no lo están.

48

El punto de vista semántico tiene dificultades, sin embargo, para explicar por qué puede suceder que una expresión lingüística sea interpretada literalmente en un contexto y metafóricamente en otro o por qué algunas metáforas tienen éxito. Esto ha llevado a pensar que se trata de una cuestión atendible desde una perspectiva pragmática, es decir distinguiendo entre el significado lingüístico, determinado por el sistema de la lengua (las reglas de la gramática y la semántica), y el significado comunicativo, determinado por el contexto en que los hablantes usan la lengua según reglas que les permiten entenderse, y regido según ciertos principios no demasiado rigurosos que regulan la interacción comunicativa racional. Según el punto de vista pragmático, esos elementos provenientes del contexto determinan o influyen decisivamente en la producción y/o comprensión de las acciones lingüísticas. J. Searle (1991) sostiene que el problema que plantean las metáforas es un caso particular del problema de explicar de qué modo el significado del hablante y el significado léxico u oracional se distinguen o separan. Sería un caso especial de decir una cosa y significar algo más. Sostiene que es erróneo plantear que la oración (o el término) tienen dos interpretaciones o acepciones diferentes, una literal y otra metafórica, y que la semántica tenga que dar cuenta de ambas y de sus posibles relaciones. En todo caso las expresiones en cuestión pueden usarse de dos formas diferentes y el significado metafórico "es siempre significado preferencial del hablante", esto es, significado que adquieren sus palabras cuando se utilizan en

circunstancias concretas, significado no convencional. Al distinguir de un modo tan tajante los ámbitos propios del significado literal y el significado metafórico, se plantea el problema inmediato de su (posible) relación: o bien no existe relación en absoluto y el auditorio deriva la interpretación metafórica de principios ajenos a la semántica, o bien existe un procedimiento lingüísticamente especificable mediante el cual el auditorio deriva esa interpretación, calculándola o computándola. La respuesta de Searle es que la interpretación de las preferencias de un hablante por parte de un auditorio requiere de la captación de las intenciones de ese hablante al utilizar las expresiones. La tarea de la pragmática será, entonces, indicar los principios mediante los cuales se efectúa esa adquisición. Sobre la base de un principio general que permite a la audiencia comprender lo que el hablante quiere decir, que es algo más, o algo diferente, de lo que sus palabras dicen,<sup>3</sup> Searle desarrolla los medios o estrategias particulares que emplea el hablante/oyente para producir/interpretar las expresiones metafóricas (cf. Searle, 1991). Sin embargo, la concepción de Searle supone, más allá de romper con las consideraciones semánticas, una tesis tradicional: cualquier expresión puede tener, además del significado literal de una expresión, un significado metafórico. Puede sostenerse, con Lakoff y Johnson (1980), que dicho punto de vista concluye favoreciendo, de otro modo, la antigua primacía del lenguaje literal por sobre lo figurativo, ya que los procedimientos postulados por Searle, basados ambos en la formulación “busca primero lo literal, y -sólo como última instancia, en caso de haber fallado- busca lo metafórico”, reforzarían el supuesto de que el lenguaje metafórico está desviado y es secundario con respecto al lenguaje literal.

49

Por eso me interesa particularmente rescatar el punto de vista de D. Davidson (1984) que puso en cuestión la tesis de la dualidad significativa de las expresiones metafóricas, criticando cualquier enfoque de interacción e insistiendo en que la metáfora significa sólo lo que significan las palabras usadas para expresarlas literalmente y nada más. Anula la distinción entre lenguaje literal y metafórico, porque considera que las nociones semánticas tales como ‘significado’, sólo tienen un papel dentro de los límites bastante estrechos (aunque cambiantes) de la conducta lingüística regular y predecible, los límites que delimitan (temporalmente) el uso literal del lenguaje. Para Davidson, en todo caso, lo que se necesita es una explicación de cómo es comprendida la metáfora pero considerando que tal proceso de comprensión es el mismo tipo de actividad que se pone en juego para cualquier otra expresión lingüística, que requiere un acto de construcción creativa de lo que el significado literal de la expresión metafórica es y lo que el hablante cree sobre el mundo. Hacer una metáfora, como hablar en general, es una empresa creativa.

La crítica de Davidson se dirige más que nada a la idea, defendida tanto por los que aceptan como por los que no aceptan la posibilidad de la paráfrasis,<sup>4</sup> según la

<sup>3</sup> Esto vale tanto para las expresiones metafóricas, como para las irónicas, los actos de habla indirectos, etcétera.

<sup>4</sup> Incluso muchos de los que sostienen que una paráfrasis literal siempre es posible, aceptan que una gran cantidad de metáforas es intraducible como resultado de su capacidad de portar información extra con respecto a la expresión considerada literal en algún contexto.

cual la metáfora puede cumplir una función significativa y comunicativa de modo peculiar y secreto.<sup>5</sup> Davidson se opone no tanto a una teoría puramente semántica que pudiera dar cuenta de los procedimientos metafóricos, sino a una suerte de teoría del conocimiento subyacente según la cual la metáfora contendría un elemento cognoscitivo que sólo ella podría transmitir y que tal elemento es lo que debería captarse para entenderla. No habría, en verdad, ningún significado metafórico por oposición a otro literal.

El error fundamental que me propongo atacar es la idea de que una metáfora posee, además de su sentido o significado literal, otro sentido o significado. Esta idea es común a muchos de quienes han escrito acerca de la metáfora (...) Aparece en escritos que sostienen que puede obtenerse una paráfrasis literal de una metáfora, pero también la comparten quienes sostienen que típicamente no puede hallarse dicha paráfrasis literal. Muchos ponen el acento en la percepción especial que puede inspirar la metáfora e insisten que el lenguaje ordinario, en su funcionamiento usual, no produce tal percepción. Pero también este punto de vista ve a la metáfora como una forma de comunicación paralela a la comunicación ordinaria; la metáfora conduce a verdades o falsedades acerca del mundo de manera muy parecida a como lo hace el lenguaje común, aunque el mensaje puede ser considerado más exótico, profundo o artificialmente ataviado. (Davidson, 1984 [1991, p. 245])

50

El problema, en todo caso, no es que la metáfora sugiera o provoque de un modo indirecto cierta captación de su objeto, su potencia psicológica en suma, sino considerar que ella resulte un instrumento de conocimiento insustituible. No se trata de que haya un significado en la metáfora con relación al objeto, sino que este significado sea verdadero, y de un modo que sólo la metáfora puede aportar.

En suma, las posiciones expuestas, lejos de constituir puntos de vista excluyentes, permiten una síntesis superadora y, por lo tanto, me interesa rescatar:

- de las concepciones semánticas la idea de que las metáforas producen nuevos significados, sea cual fuere el mecanismo por el cual lo hacen; la imposibilidad de dar una paráfrasis literal de las mismas, su intraducibilidad<sup>6</sup> en suma, es argumento en favor de ello.
- de las concepciones pragmáticas, que resulta indispensable atender no sólo los significados involucrados, sino también el contexto y las condiciones adecuadas que den cuenta de cómo y por qué una metáfora se produce y es exitosa.

<sup>5</sup> Ricoeur (1975), por ejemplo, desde una concepción semántica, defiende la existencia de cierta capacidad o cualidad misteriosa de la metáfora, de suministrar "un conocimiento profundo verdadero de la realidad".

<sup>6</sup> La tesis de la indeterminación de la traducción de Quine (1960) puede ser aplicada a las metáforas en su relación con el lenguaje llamado literal, tanto para justificar el problema de lograr una paráfrasis adecuada, como así también para pensar que una buena paráfrasis (un "buen diccionario" diría Quine) puede ir construyéndose con el tiempo.

- del punto de vista particular de Davidson dos aspectos. En primer lugar, que la metáfora no posee ninguna ventaja -ni desventaja- epistémica respecto del llamado lenguaje literal, y sobre todo que ella puede arreglárselas en soledad con su referencia y, por lo tanto, ser verdadera o falsa en las mismas circunstancias que el lenguaje en general. En segundo lugar, que la metáfora no constituye ningún caso especial de captación del mundo. De este modo queda abierta la puerta para tratar a las metáforas como a cualquier enunciado informativo ya que el significado de una metáfora deja de estar atado a la situación o enunciado que le dio origen.

Sin embargo, debe avanzarse un poco más y abordar la cuestión de modo dinámico, sobre todo si se va a tratar de mostrar de qué modo algunas metáforas funcionan en la ciencia a través del tiempo.

### 1.3. La metáfora en acción: bisociación sincrónica/literalización diacrónica

Para clarificar este giro que pretendo darle a la noción de metáfora resultará útil el concepto acuñado por A. Koestler (1964) de 'bisociación' (*bisociation*) que sirve para nombrar la intersección de dos planos asociativos o universos de discurso que ordinariamente se consideran como separados y, a veces, hasta incompatibles. Hasta el momento en que alguien hace converger ambos universos o planos produciendo un resultado novedoso e inesperado en ese momento, ambos planos asociativos constituían mundos separados y no asociables, funcionando según una lógica propia, y estaban constituidos por elementos que sólo se producen en ese plano. Cuando alguien ofrece otro plano asociativo establece una convergencia inédita que produce un cambio igualmente inédito en la percepción de los hechos, y la lógica habitual de acuerdo a la cual se consideraban los hechos dentro de una esfera resulta invadida por la lógica de la otra esfera. Procesos de este tipo son moneda corriente en la ciencia, en la cual, en un momento determinado, los hechos salen del marco en que ordinariamente se percibían y comienzan a organizarse y pensarse según una nueva lógica produciendo resultados nuevos y sorprendentes. Pero este tipo de procedimientos no se refiere sólo a un cambio de perspectiva sobre el mismo hecho o grupo de hechos al modo en que las distintas disciplinas abordan objetos complejos. La nueva mirada producto de la transferencia metafórica -bisociación- puede también producir una reorganización de lo conocido e, incluso puede, literalmente, inaugurar o introducir nuevos hechos pertinentes y relevantes. Según una terminología epistemológica puede decirse que modifica, en un sentido a veces fundacional y no necesariamente acumulativo, la base empírica.

51

El concepto de bisociación, sin embargo, muestra hasta ahora un costado sincrónico del proceso, que requiere ser completado con un abordaje diacrónico que explique por qué las metáforas tienen éxito y mueren rápidamente como tales, literalizándose. Lo que se inicia como una bisociación entre ámbitos ajenos, a partir del éxito, con el transcurrir temporal acaba siendo una explicación literal en el ámbito adoptivo<sup>7</sup> en un proceso que podría caracterizarse como de bisociación sincrónica

<sup>7</sup> Este proceso a veces es explicado como el pasaje de una metáfora viva a una muerta (Turbayne, 1962).

seguido de una literalización diacrónica. Esta doble condición del proceso por el cual se construye e instala una metáfora es otra forma de considerar algo que ya se adelantara más arriba: puede concederse que haya dos lenguajes, uno literal y otro metafórico en el momento de la bisociación -momento del análisis sincrónico- pero diacrónicamente pueden analizarse considerando que ninguno de los dos lenguajes es subsidiario del otro, sino independiente. Ambos son literales, por así decir, y obviamente han de enfrentar el problema de la verdad, la referencia y el significado, del mismo modo que un supuesto, y ahora ya no privilegiado, lenguaje literal. Esto supone categorías de análisis distintas que las que empleará el crítico literario, que analiza las metáforas como novedosas, triviales, reiterativas o exóticas, pero que le resulta absurdo pensarlas como verdaderas o falsas en un sentido relevante.<sup>8</sup>

En la historia de la ciencia abundan procesos en los cuales el uso de un lenguaje en un ámbito determinado del conocimiento resulta un original que puede ser extrapolado a otros ámbitos en los cuales resulta novedoso en principio pero luego se literaliza. Se trata de genuinas "metáforas epistémicas" (en adelante ME) y pueden caracterizarse como sigue: en el uso epistémico de las metáforas una expresión (término, grupo de términos o sistemas de enunciados) y las prácticas con ellos asociadas habituales y corrientes en un ámbito de discurso determinado socio-históricamente, sustituye o viene a agregarse (modificándolo) con aspiraciones cognoscitivo-epistémicas, a otra expresión (término, grupo de términos o sistemas de enunciados) y las prácticas con ellos asociadas en otro ámbito de discurso determinado socio-históricamente en un proceso que se desarrolla en dos etapas, a saber: bisociación sincrónica/literalización diacrónica.

52

Se hace necesario resolver una cuestión importante que permanece latente desde el inicio de este trabajo: ¿qué diferencias -y semejanzas- hay entre lo que yo llamo aquí ME y los "modelos científicos" de distinto tipo (cf. Black, 1962)? En general hay cierto consenso en reconocer el papel heurístico y/o didáctico que los modelos pueden tener en el contexto de descubrimiento. Sin embargo hay un mapa de discusiones bastante heterogéneo en torno al papel que cumplirían en el análisis de las teorías: para Carnap (1928) son elementos de los que se puede prescindir totalmente en las ciencias empíricas y, por más que puedan cumplir alguna función, no cuentan para el análisis de las teorías; para Nagel (1961) y para Braithwaite (1959) los modelos, dado que cumplen un papel (no imprescindible) deben ser tomados en cuenta en el análisis de las teorías; para Hesse (1966), Harré (1970, 1970a) y Black (1962) son componentes relevantes y por lo tanto imprescindibles para el análisis de las teorías. Esta última posición es compartida por la denominada "concepción semántica (o modelo teórica) de las teorías" [entre muchos otros Suppes (1969, 1993), Suppe (1989, 2000), Stegmüller (1973), Moulines (1982, 1991)]. Sea como fuere, consideraré (Cf. Palma, 2004) a los modelos científicos como un tipo de metáfora al modo de Black:

<sup>8</sup> Pierde sentido entonces entrar en la discusión contra los que han sostenido que una de las características definitorias de las metáforas es que son siempre falsas si se las toma literalmente.

No hay duda de que cierta semejanza entre el empleo de un modelo y el de la metáfora (acaso deberíamos decir: de una metáfora sostenida y sistemática) y la crucial cuestión acerca de la autonomía de los modelos tiene su paralelo en una antigua discusión sobre la traducibilidad de las metáforas (los que ven el modelo como una simple muleta se parecen a quienes consideran la metáfora como mero ornamento o decoración). (Black, 1962 [1966, p. 232])

Ahora bien, el concepto de ME no sólo pretende servir para constatar la utilización de metáforas (y modelos) dentro de las teorías, sino fundamentalmente para dar cuenta del proceso de extrapolación de unas áreas de conocimiento hacia otras, e incluso de su papel en la producción misma de conocimiento, lo cual implica considerar la dimensión temporal o histórica de la ciencia. Para ello consideraré a la ME como la unidad de selección de una epistemología evolucionista.

## 2. Las epistemologías evolucionistas

Las epistemologías evolucionistas (EE) pueden incluirse dentro de las llamadas 'epistemologías naturalizadas' (cf. Quine, 1969), que suscriben básicamente dos tesis: en primer lugar, que las facultades cognoscitivas humanas son entidades naturales y, en segundo lugar, que las investigaciones científicas -para Quine la biología y la psicología empírica, pero el concepto es extensible a abordajes históricos, sociológicos, etc.- son relevantes y probablemente cruciales para el análisis epistemológico. Para que una epistemología pueda considerarse evolucionista debe tener en cuenta que el hombre es un producto de la evolución biológica y social pero, además, guardar un isomorfismo básico y elemental con la teoría evolucionista, es decir, contener al menos: "un mecanismo para introducir la variación (...) un proceso de selección consistente y (...) un mecanismo de preservación y reproducción" (Campbell, 1987).

53

Las EE incluyen básicamente dos líneas de abordaje de los problemas epistemológicos:

- el desarrollo histórico / sociológico de las teorías científicas;
- el desarrollo filogenético (y ontogenético) de las estructuras cognitivas de los humanos.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Sobre la base de esta distinción se apoya Bradié (1994) para señalar que hay dos grandes programas: EET - evolutionary epistemology of theories, que se ocupa de la evolución de las ideas, teorías científicas y/o la cultura en general- y EEM9 - evolutionary epistemology of mind, que apunta al desarrollo de la actividad cognitiva en los animales y en especial al hombre. En EET habría que ubicar a S. Toulmin (1961), N. Rescher (1990), R. Richards (1997), incluso Kuhn anuncia (1990) un giro evolucionista que no concreta porque muere antes. Por su parte, en EEM se ubicarían R. Riedl (1984), G. Vollmer (1984) y M. Ruse (1986) entre otros. Ninguno de los dos programas implica necesariamente asumir las tesis fundamentales del otro, pero hay autores como K. Popper (1970), D. Campbell (1987), D. Hull (1997) y K. Lorenz (1984), que encuentran respuestas evolucionistas para ambos tipos de problemas.

Llamaré gnoseología evolucionista (en adelante GE) a la línea que intenta responder a la primera cuestión y epistemología evolucionista, sin más, a los intentos por resolver el segundo grupo de problemas. Tal como adelantara más arriba, la propuesta que intento esbozar en este breve trabajo se ubica en la línea de las EE, pero, no obstante -y tan sólo a modo de hipótesis de trabajo- podría reconsiderarse la posibilidad de que la producción de metáforas sea el resultado de uno de los mecanismos básicos del desarrollo ontogenético y filogenético del conocimiento -lo cual sería, también, una propuesta propia de GE.

## 2.1 La gnoseología evolucionista

Según la GE, las actividades cognitivas son un producto de la evolución y de la selección y las premisas básicas de su versión actual habían sido establecidas por Lorenz (1984) en un trabajo de 1941, pero coinciden en ello los distintos autores (Riedl, 1984; Wuketits, 1984; Vollmer, 1984):

- los seres vivos están dotados de determinadas estructuras o disposiciones innatas que les permiten establecer relaciones cognitivas con el mundo.
- estas estructuras innatas son fruto de la evolución, es decir, el resultado del larguísimo proceso de mutación y selección, por lo cual, además de la experiencia individual, existe también esa experiencia filogenética que constituye para el individuo un saber innato o una capacidad innata de percepción y de reacción. La constitución del sistema cognitivo es a priori de la experiencia individual, pero se ha desarrollado filogenéticamente, es decir, que su adquisición ha tenido lugar a posteriori de la experiencia evolutiva de la especie merced al éxito adaptativo de la misma.
- hay una concordancia parcial entre las estructuras objetivas y las subjetivas. Al igual que en la adaptación biológica, el ajuste entre el mundo real y las estructuras cognoscitivas no es "ideal", pero "tampoco puede ser demasiado malo". El ajuste ha de ser al menos tan bueno como para que puedan ser satisfechas las necesidades existenciales de un organismo, en general, y del hombre, en particular.
- hay continuidad entre conocimiento animal y conocimiento humano, sobre la convicción de que la evolución biológica ha sido la precondition para la evolución psicológica, mental o intelectual. La emergencia de los fenómenos psíquicos y de las habilidades mentales constituye uno de los mayores eventos de la evolución, pues ha dado lugar a nuevos patrones de complejidad y de orden, tales como el arte, el lenguaje, la ciencia y hasta los sistemas éticos. Los niveles de conocimiento más elaborados, por ejemplo el conocimiento científico, superviven a partir de las estructuras cognitivas más simples, por lo cual puede explicarse no sólo la continuidad, sino también la ruptura y discontinuidad con el conocimiento animal. El carácter superveniente implica que las formas más elaboradas de conocimiento no pueden reducirse a algunas funciones básicas primordiales.

Ahora bien, ¿puede especularse con la siguiente idea: si la estrategia cognoscitiva consistente en producir analogías y metáforas es tan ubicua, es el resultado de la evolución, es decir del desarrollo filogenético peculiar de la especie humana que ha

determinado la configuración del sistema cognitivo? No resulta fácil justificar el salto conceptual que va de constatar la profusión de metáforas en las conductas lingüísticas de los humanos a afirmar que ello obedece a la existencia de mecanismos básicos profundos del sistema cognitivo humano. De hecho es el salto que ejecutan Lakoff y Johnson (1980, 1999) al considerar a la metáfora no como una astucia lingüística usada exclusivamente para embellecer, un giro especial o un uso extraño del lenguaje, sino como un modo fundamental de aprender y estructurar sistemas conceptuales; una herramienta básica de cognición, a la vez que una parte central de nuestro lenguaje cotidiano.

Evidentemente los desarrollos de la GE no van de manera inequívoca en auxilio del carácter constitutivo de las metáforas, pero, y dado el carácter ubicuo de éstas, bien puede sospecharse, y a modo de hipótesis de trabajo, que la detección/construcción/ invención de analogías o semejanzas es un mecanismo básico -no necesariamente único o principal- de relación con el mundo, cuyos resultados más elaborados llamamos conocimiento humano. La inclinación a agrupar/separar lo semejante/desemejante o a establecer analogías (metáforas) puede considerarse como una versión elaborada, aproximada, provisoria y práctica de esos principios. Una hipótesis semejante permite inferir que las metáforas literarias -también las malas- no son más que el resultado mediado y elaborado por el lenguaje y la cultura, sobre la base de aquel mecanismo simple, lo mismo que los esplendurosos resultados del conocimiento científico, tan tardíos en la historia de la especie.<sup>10</sup> Como quiera que sea, sin necesidad de defender una GE en el sentido que a modo de hipótesis de trabajo, se ha expuesto, aún puede sostenerse una EE.

55

## 2.2 La epistemología evolucionista

La EE no es más que una metáfora (tal como se la define en estas páginas) de la teoría de la evolución biológica y por ello, se basa en, y depende de, cierto isomorfismo entre ésta y el desarrollo del conocimiento. Las diversas versiones de EE se fundamentan en encontrar equivalentes o análogos para los tres elementos señalados por Campbell (cf. supra),<sup>11</sup> aunque las discrepancias mayores se dan

<sup>10</sup> No son pocos los autores que, provenientes de otras tradiciones, adjudican papeles fundamentales a las metáforas: Lakoff y Johnson (1980), Kuhn (1979, 1990), Danesi (1990, 1993, 1998). Incluso la tesis sobre el origen metafórico del lenguaje no es nueva y puede encontrarse en Cicerón, Quintiliano y Vico.

<sup>11</sup> De hecho la mayoría de las discusiones giran en torno al ajuste/desajuste de la metáfora biológica utilizada: por una lado los debates internos al campo tendientes a desarrollar una analogía más ajustada; por otro lado los externos, en las cuales los detractores insisten en mostrar los desajustes con la teoría biológica mientras que los defensores intentan o bien poner el acento sólo en las similitudes o bien sencillamente ignorar los desajustes. Para Thagard: "(...) las similitudes que existen entre el desarrollo científico y el biológico son superficiales y que un examen claro de la historia de la ciencia muestra la necesidad de un enfoque no darwiniano en la epistemología histórica" (Thagard, 1997, p. 285). En el mismo sentido se expresa Bradie: "Al construir una analogía entre la evolución biológica y la evolución de la ciencia o del conocimiento en general, se debería, al parecer, identificar los análogos epistemológicos apropiados para los conceptos biológicos centrales. Así, cabría esperarse que encontraríamos los análogos epistemológicos de 'organismo', 'especie', 'población', 'variación', 'mutación', 'deriva', 'adaptación', 'ambiente', 'selección', 'genotipo', y 'adecuación', así como alguna indicación clara de mecanismos de transmisión, principios hereditarios y criterios de éxito deseados. Ninguno de los modelos evolucionistas del cambio conceptual con los que estoy familiarizado

sobre el primer elemento (“un mecanismo para introducir la variación”): por ejemplo, teorías para Popper (1970); novedades intelectuales aceptadas por la comunidad científica para Toulmin (1961, 1970); memes para Dawkins (1976); innovaciones y errores de copiado para Cavalli Sforza y Feldman (1981), entre muchos otros. La propuesta desarrollada en este breve trabajo intenta intervenir también en este punto. Se propone considerar a la historia de la ciencia como un proceso que, en alguna medida relevante, se constituye a partir de la apropiación, legitimación, abandono, descarte y recuperación de metáforas disponibles, tanto reales como potenciales. Esta disponibilidad no es lógica sino histórica; vale decir que en cualquier momento dado no está disponible un universo infinito de metáforas posibles, sino que, por el contrario, cada época reconoce un escaso número de candidatos a imágenes de la sociedad y el mundo suficientemente legitimados. Estos conceptos, teorías, nociones, etc., susceptibles de ser utilizados como ME conforman, utilizando una terminología popperiana, una especie de mundo; pero si bien Popper tiene razón cuando sostiene que hay un mundo objetivo de las producciones humanas y de los argumentos y teorías científicas, se equivoca en dos aspectos sustanciales: cuando afirma que es un mundo lógico y cuando afirma que hay un método universal, las conjeturas y refutaciones. El mundo propuesto aquí, al igual que el popperiano, es objetivo, pero, a diferencia de aquél, se trata del mundo de las explicaciones disponibles, es decir es un mundo delimitado histórica y socialmente. Es objetivo porque la ciencia no es una actividad arbitraria sujeta sólo a reglas que puedan fijarse por intereses circunstanciales (sociales, culturales, históricos, económicos, etc.) y porque se autonomiza de los autores o creadores y sus consecuencias son, en principio, imprevisibles. Es decir que genera un universo de nuevas preguntas e indagaciones científicas cuyo éxito o fracaso explicativo y derivaciones hacia otros campos y preguntas no es posible prever a priori. También se diferencia del mundo popperiano en que no hay ningún algoritmo que pueda propiamente denominarse “método científico” único para todo tiempo y lugar (las conjeturas y refutaciones) como regla de oro a seguir, sino que las reglas y pautas metodológicas específicas son generadas al interior de la comunidad científica; no hay en este sentido -más allá de los principios lógicos- pautas que se prescriban a priori de la actividad científica.

56

Pensar la historia de la ciencia desde un punto de vista evolucionista implica que debe haber una cantidad de variantes intelectuales y un proceso de selección que determine qué variantes sobreviven y cuáles se abandonan y, completando el proceso, algún mecanismo de transmisión de las variantes sobrevivientes. Respecto al primer aspecto no es necesario pensar aquí con Popper que se trata exclusivamente de “teorías científicas” en lucha por la supervivencia -aunque de hecho pueda ocurrir- sino de unidades de bordes más difusos; en este mundo operan todo tipo de estructuras conceptuales, modelos de distinto tipo, concepciones metafísicas, taxonomías filosóficas, científicas o de sentido común, prejuicios, etc., y todos ellos pueden cumplir el papel de original para unas metáforas que puedan

proporciona tanto detalle” (Bradie, 1997, p. 261). A mi juicio atacan el problema equivocado, ya que la legitimidad de las EE debe resolverse según su exitosa (o no) aplicación a los estudios sobre la ciencia y no en su mayor o menor fidelidad a la versión biológica original.

convertirse en epistémicas. Estoy más cerca de pensar, con Toulmin, que se trata de variantes intelectuales que merced a ciertos requisitos de evaluación, éxito en la solución o explicación de ciertos problemas y condiciones contextuales propicias, pueden llegar a convertirse en candidatos a teorías o modelos científicos genuinos. Puede pensarse en unas ME que, provenientes desde el fondo mismo de la cultura, diacrónicamente vayan creciendo en especificidad, formalidad y precisión a través de instancias de selección previas que no corresponden a las comunidades científicas sino a mecanismos sociales o culturales en sentido amplio. De hecho, estos procesos e instancias de “selección previa” son primordiales en toda actividad cognoscitiva y para cualquier abordaje epistemológico no estándar. Las discusiones entre los epistemólogos evolucionistas acerca de cuál es la unidad que se selecciona queda diluida: es mejor y más plausible considerar que hay una multitud de clases de variantes en disputa. De cualquier manera, traspasar el umbral de requerimientos de la comunidad científica ocurrirá en la medida en que respete sus pautas de evaluación y aceptabilidad. Una mala metáfora científica no podrá responder a los estándares de evaluación requeridos, por lo menos no por mucho tiempo. Pero los mecanismos de selección entre todas las metáforas disponibles son internos a la comunidad científica, y aún el status mismo de comunidad científica, y la demarcación entre ciencia y lo que se considera no-ciencia, resulta acotada a las condiciones histórico/sociales de producción, circulación y disputas entre los distintos saberes. De modo tal que tampoco es preciso pensar unos procedimientos canónicos que permitan establecer estas distinciones a priori, sino que los procedimientos de selección y los criterios también están sujetos a evolución.

57

El tercer elemento requerido, el mecanismo de transmisión de la variación, es, en su aspecto relacionado con los canales de obtención de información e intercambio de la comunidad científica, el menos sujeto a problemas y controversias. Resulta primordial, no obstante, indagar el papel que las metáforas cumplen tanto en la formación de los científicos (como ya ha mostrado Kuhn) como así también en la educación para no científicos y en la comunicación pública de la ciencia.

La actividad científica desde este punto de vista evolucionista se basa fundamentalmente en un conjunto de decisiones cognoscitivo/epistémicas de aceptación/rechazo de metáforas epistémicas que toma la comunidad científica sobre la base de las metáforas disponibles como respuesta a un conjunto de preguntas vigentes, para dar cuenta de un conjunto amplio, pero limitado y abierto, de experiencia disponible. Son decisiones que toma la comunidad científica en un lugar y tiempo determinado, vale decir con un cierto margen de convencionalidad como toda decisión, pero son racionales y objetivas porque responden a pautas que esa comunidad científica ha ido elaborando a través del tiempo e intersubjetivamente, aunque de hecho tales pautas no sean ni universales ni a priori. Son decisiones que comprometen cognoscitiva y epistémicamente, es decir, que con ellas se pretende describir/explicar/predecir aspectos parciales del mundo. Estos últimos aspectos confieren la especificidad al conocimiento científico en particular respecto a otros discursos. Lo que se elige o selecciona son ME que a través del proceso que se ha denominado de bisociación sincrónica/literalización diacrónica confieren a la experiencia disponible nuevas configuraciones. La experiencia

disponible incluye lo que en un momento determinado se considera evidencia empírica, el cual es un conjunto cuyos límites no son definitivos ni claros; se trata en suma de la base empírica relevante que se enriquece y reconfigura mediante nuevas ME. Tal disponibilidad está expresando un límite que está dado no sólo por las capacidades humanas -el aspecto más trivial del problema- y ni siquiera primordialmente por las capacidades técnicas -que, si limitadas, también son superables imprevisiblemente- sino principalmente por la configuración, immanente a la comunidad y discursos científicos vigentes, de lo que se considera un hecho científico y sus condiciones.

### 3. Metáforas epistémicas en la historia de la ciencia

Un repaso por la historia de la ciencia muestra una profusión de ME en la producción y desarrollo del conocimiento. Sin embargo, las ME no son una suerte de módulo estándar identificable claramente, sino que adquieren variadas formas, niveles y alcances. Como, además, el rastreo de la génesis de las principales metáforas científicas llevaría muy probablemente al trasfondo semioculto de la cultura, resulta muy difícil establecer clasificaciones o taxonomías exhaustivas. Sin embargo, pueden señalarse algunas formas principales o típicas según las cuales se producen, entre áreas del conocimiento, interacciones tales como apropiaciones, extrapolaciones o transferencias de conceptos, o teorías completas o parciales.

58

1. En primer lugar la utilización de metáforas muy generales, muchas veces entremezcladas con asunciones metafísicas sobre la naturaleza o la sociedad, aplicadas en distintas disciplinas o áreas de conocimiento como por ejemplo el finalismo de raigambre aristotélica basado en el concepto de *physis* griega y que predominó en muchos sentidos hasta el siglo XVII, o el mecanicismo que signó las explicaciones desde el siglo XVII hasta, por lo menos en física, fines del XIX.

2. En segundo lugar, la utilización de cuerpos teóricos completos -o casi completos- originales de un ámbito científico particular que se exportan o extrapolan a otros ámbitos diferentes. Es enorme la cantidad y diversidad de casos, aunque existen en la modernidad básicamente dos que son paradigmáticos: la física newtoniana y la biología (en general y la biología evolucionista darwiniana en particular). La física newtoniana además de constituirse en modelo de científicidad durante más de dos siglos, sus conceptos y fórmulas fueron extrapolados, con mayor o menor rigurosidad, meticulosidad y felicidad a ámbitos ajenos como la economía y la sociología. Por ejemplo, a mediados del siglo XIX los economistas L. Walras y H. C. Carey propusieron leyes que podrían ser consideradas análogas a las de Newton en la medida en que pudieran servir a la misma función básica en sociología o economía que tiene la ley de Newton en física. Autores como G. Berkeley, Ch. Fourier, D. Hume, E. Durkheim, por ejemplo, tampoco pudieron sustraerse a la 'tentación' newtoniana. Figuras como S. Jevons, Walras, F. Edgeworth, I. Fisher y W. Pareto- todos arquitectos de la revolución marginalista en economía- basaron sus teorías o al menos las asociaron con la matemática de un subconjunto específico de la física: la mecánica racional post newtoniana (o sea

incorporando los principios de Lagrange y Laplace más los métodos de Hamilton) combinada con las doctrinas de la energía. La otra gran línea de influencias procede de las ciencias biológicas sobre todo a partir de sus espectaculares desarrollos de los siglos XIX y XX. En esta línea, además de la teoría celular de gran influencia en la sociología del siglo XIX, la teoría darwiniana de la evolución es la que más ha desbordado sus límites originales, sirviendo de marco teórico para la antropología evolucionista de la segunda mitad del siglo XIX, la antropología criminal de Lombroso y otros, cierto apoyo extra a lo que ha dado en llamarse (un tanto equívocamente quizá pues precedió al darwinismo biológico) “darwinismo social”; teorías sociológicas de corte organicista evolucionista como la de Spencer y Durkheim; las economías evolucionistas de las últimas décadas (como teoría económica general, como teoría de la empresa o economía de la innovación tecnológica), y también epistemologías evolucionistas. Algunas versiones reduccionistas del conocimiento pueden ser consideradas una suerte de uso metafórico, tales como la sociobiología humana; distintas formas y niveles de reduccionismo en medicina, etc. También está bastante extendido considerar a la mente como una computadora, o bien a la computadora como una mente. En la actualidad, una de las metáforas más potentes es la que traslada algunos conceptos de la teoría de la información y la idea de “programa” hacia la biología molecular.

3. En tercer lugar, hay una infinidad de casos al interior mismo de los cuerpos teóricos de disciplinas particulares. No se trata ya de metáforas que se obtienen de la exportación de teorías y/o conceptos provenientes de disciplinas consolidadas hacia otras, sino simplemente de analogías y metáforas obtenidas del conocimiento común o de la cultura: el árbol de la vida, la lucha por la supervivencia, la enorme cantidad de metáforas usadas por Freud, la “mano invisible”, el mercado en economía, el contrato social, el derecho natural y podría seguirse con una lista de metáforas casi interminable.

4. Finalmente se encuentran las metáforas de usos didácticos, tanto en la enseñanza como en la comunicación pública de la ciencia. En efecto, las metáforas pueden tener un papel fundamental en la educación de científicos, es decir en la formación académica y profesional, no sólo como meras estrategias instrumentales de aprendizaje, sino en la constitución de marcos teóricos y conceptuales sustantivos, tal como mostrara claramente Th. Kuhn. Pero también la enseñanza para no especialistas y la comunicación pública de la ciencia se constituyen principalmente a través de metáforas (muchas de ellas poco felices). En estos casos el uso de metáforas contribuye a reforzar la errónea idea según la cual la comunicación pública de la ciencia es meramente un caso de traducción de un lenguaje especializado a otro más accesible al público general. Sin embargo, también para estos casos, considerar las metáforas desde sus aspectos epistémicos, contribuiría por un lado a entender mejor su funcionamiento y potencialidad, pero sobre todo a hacer explícita su incidencia en la construcción de la imagen ideológica que la cultura se hace de la ciencia (Cf. Palma, 2004a).

#### 4. Perspectivas

Como quiera que sea, pretender que la historia de la ciencia puede ser leída en clave de ME en evolución, implica llevar adelante el trabajo empírico de analizar exhaustivamente los episodios en los cuales se encuentran involucradas metáforas y las trayectorias de éstas a través del tiempo. Esa tarea es algo que está por hacerse, pero la propuesta que se expone -que debe considerarse como un complejo conjunto de hipótesis de trabajo cuya utilidad y riqueza deberá confirmarse- tiene algunas ventajas teóricas con respecto a la agenda estándar de los estudios sobre la ciencia:

- considerar que las unidades de selección son unos módulos flexibles como las ME no sólo convierte en irrelevante la discusión en torno al ajuste/desajuste de la metáfora evolucionista al interior de las EE, sino que permite mostrar el desarrollo de la ciencia como la interfase de distintos modos (teorías, conceptos, taxonomías, modelos, etc.) de aproximación a la realidad.
- permite establecer un juego de continuidad/discontinuidad entre conocimiento animal/ conocimiento vulgar/ conocimiento científico sin recurrir a criterios de demarcación estrictos pero imposibles de cumplir o laxos pero irrelevantes. En todo caso, los criterios de demarcación -necesarios e importantes- que expresen las discontinuidades de la ciencia con otras actividades humanas, serán criterios internos a las comunidades científicas en su conjunto y situados sociohistóricamente. El planteo expuesto permite vislumbrar una explicación de la introducción de la novedad en la ciencia, al tiempo que una relación osmótica (hablando de metáforas) entre ciencia y sociedad dado que en cualquier momento hay una cantidad de metáforas disponibles circulando socialmente. Las novedades en ciencia hay que buscarlas o bien en otras ciencias o bien en ámbitos extra o, si se prefiere, pre-científicos. Incluso las habituales disputas acerca de la necesidad de delimitar entre historia interna/ historia externa adquieren otra dimensión.
- el concepto de ME que evoluciona es una herramienta útil porque combina categorías de análisis historiográfico/epistemológicas que permiten un análisis diacrónico sin descuidar los aspectos sincrónicos o estructurales de la ciencia.
- otra ventaja del análisis evolucionista de las ME, no menor por cierto, es que resulta compatible con distintos tipos de secuencias históricas para la ciencia, resultando ocioso cualquier intento de establecer a priori si la ciencia resulta de un proceso principalmente revolucionario o de acumulación lineal.
- finalmente, y como consideración más general, creo que repensar la ciencia desde la relevancia epistémica de las metáforas es una forma de superar el dilema principal que se le plantea a la epistemología, en el convencimiento de que son tan indefendibles las tesis fuertes de la epistemología logicista estándar (cf. Suppe, 1974; Ayer, 1959) como las impugnaciones extremas de la misma provenientes de los nuevos estudios sobre la ciencia (cf. supra). En ese sentido puede decirse que de la aceptación de que es necesario atender a los elementos contextuales y prácticos de

la actividad científica (a la dimensión sociológica y diacrónica en suma), habida cuenta de su relevancia epistémica y de que en la ciencia habitual y cotidianamente se utilizan recursos discursivos y retóricos varios, no se sigue que se deba desdibujar la especificidad epistémica de la misma. La utilización del concepto de ME puede contribuir a rescatar las viejas aspiraciones de reconstrucción del proceso científico sin caer en las exigencias desmesuradas de la epistemología estándar y, al mismo tiempo, dar cuenta de los procesos diacrónicos sin caer en las versiones relativistas de los estudios sobre la ciencia. Vale decir, abordar los genuinos problemas de la filosofía general de la ciencia acerca de la reconstrucción (estructura de las teorías; relación entre teoría y base empírica; papel heurístico y/o representacional de los modelos científicos; análisis y explicitación de los supuestos ontológicos, semánticos y pragmáticos), y los problemas de las filosofías especiales de la ciencia (de la biología, de la física, etc.) en el contexto de las condiciones sociales de producción y evolución del conocimiento.

## Bibliografía

AYER, A. (comp.) (1959): *Logical Positivism*, Glencoe, The Free Press.

BAUER, H.H. (1992): *Scientific Literacy and the Myth of Scientific Method*, Urbana, University Illinois Press.

61

BLACK, M. (1962): *Models and metaphors*, Ithaca, Cornell University Press. Versión en español: *Modelos y metáforas*, Madrid, Tecnos, 1966.

BLOOR, D. (1971): *Knowledge and Social Imaginary*, David Bloor.

BRADIE, M. (1994): "Epistemology from an evolutionary point of view", en Sober, E. (edit), 1994.

\_\_\_\_\_, M. (1997): "Una evaluación de la epistemología evolucionista", en Martínez y Olivé, 1997.

BRAITHWAITE, R. B. (1959): *Axiomatizing a Scientific System by Axioms in the Form of Identifications*, Amsterdam, North Holland Publishing Company.

BURTT, E., (1925): *The Metaphysical Foundations of Physical Science*, Nueva York, Harcourt, Brace and Co.

CAMPBELL, D. (1987): "Blind variation and selective retention in creative thought", en Radnitzky, G. y Bartley, W., (edit), 1987.

CARNAP, R. (1928): *Der Logische Aufbau der Welt*, Berlín, Weltkreis.

CASTRODEZA, C. (1999): *Razón biológica. La base evolucionista del pensamiento*, Madrid, Minerva.

CAVALLI-SFORZA, L. y FELDMAN, M. (1981): *Cultural Transmission and Evolution: a Quantitative Approach*, Princeton, Princeton University Press.

COHEN, I., (1995): *Interactions*, Massachussets, MIT Press.

DANESI, M. (1998): *Sign, thought and culture: a basic course in semiotics*, Canadian Scholars Press, Toronto.

\_\_\_\_\_, M. (1993): *Vico, metaphor and the origin of language*, Indiana University Press, Bloomington.

\_\_\_\_\_, M. (1990): "Thinking is seeing: visual metaphors and the nature of abstract thought", *Semiótica*, 80, pp. 221-237.

DAVIDSON, D. (1984): *Inquiries into Truth and Interpretation*, Oxford, Clarendon, 1984. Versión en español de G. Filippi: *De la verdad y de la interpretación*, Barcelona, Gedisa, 1995.

DAVIS, S. (1991): *Pragmatics*, N.Y, Oxford Univ. Press.

62 DAWKINS, R. (1988): *The Selfish Gene*, Oxford, Oxford University Press.

DE BUSTOS, E. (2000): *La metáfora*, Madrid, FCE.

DE COOREBYTER, V. (ed.) (1994): *Rhetoriques de la Science*, París, PUF.

FULLER, S. (1993): *Philosophy, Rhetoric and the End of Knowledge*. Madison, University Wisconsin Press.

GOODMAN, N. (1968): *The Languages of Art*, Indianapolis, Bobbs-Merrill, 1968.

GROSS, A.G. (1990): *The Rhetoric of Science*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

HARAWAY, D. (1991): *Simians, Cyborgs, and Women: the Reinvention of Nature*, N.Y., Routledge.

HARRÉ, R. (1970): *The Method of Science*, Chicago, Univ. of Chicago Press.

\_\_\_\_\_, R. (1970a): *The Principles of Scientific Thinking*, London: Macmillan.

HESSE, M. (1966): *Models and Analogies in Science*, Notre Dame, Univ. of Notre Dame Press.

HULL, D. (1997): "Un mecanismo y su metafísica: una aproximación evolucionista", en Martínez y Olivé, 1997.

KOESTLER, A. (1964): *The Act of Creation*, Nueva York, Penguin Books.

KUHN, T. (1990), "The Road since Structure", *PSA*, Vol. 2.

\_\_\_\_\_, T. (1979), "Mepahor in Science", en *Ortony*, 1979.

LAKOFF, G. y JOHNSON, M., (1999): *Philosophy in the Flesh. The embodied mind and its challenge to western thought*, Basic Books, New York.

\_\_\_\_\_, G. y \_\_\_\_\_, M. (1980): *Metaphors we Live by*, Chicago, University of Chicago Press.

LATOUR, B. y WOOLGAR, S. (1979): *Laboratory Life: the Social Construction of Scientific Facts*, Hollywood, Sage.

LATOUR, B. (1987): *Science in Action*, Cambridge, Harvard University Press.

LOCKE, D. (1992): *Science as Writing*, Yale University.

LORENZ, K y WUKETITS, F. (1983): *Die evolution des Denkens*, Munich, R. Piper and Co. Versión en español de P. Gálvez: *La evolución del pensamiento*, Barcelona, Argos Vergara, 1984.

63

LORENZ, K. (1984): "La teoría kantiana de lo apriorístico bajo el punto de vista evolucionista", en Lorenz y Wuketits, 1984.

MARTÍNEZ E. y OLIVÉ L. (comp.) (1997): *Epistemología evolucionista*, México, Paidós.

MARTINICH, A. (1991): "Atheory for metaphor", en Davis, 1991.

MOULINES, C.U. (1991): *Pluralidad y recursión*, Madrid, Alianza.

\_\_\_\_\_, C.U. (1982): *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza.

NAGEL, E. (1961): *The Structure of Science*, New York, Harcourt.

NISBET, R. (1968): *Social Change and History*, N.Y., Oxford University Press.

ORTONY, A. (1979): *Metaphor and Thought*, Cambridge, Cambridge University Press.

PALMA, H. (2004): *Metáforas en la evolución de las ciencias*, Buenos Aires, J. Baudino ediciones.

\_\_\_\_\_, H. (2004a): "Notas preliminares a (una teoría de) la divulgación científica", en AAVV, Certezas y controversias. *Apuntes sobre la divulgación científica*, Buenos Aires, Eudeba-Libros del Rojas.

PERA, M. (1994): *The Discourses of Science*, Chicago, University of Chicago Press.

POPPER, K. (1970): *Objective Knowledge*, Oxford, Clarendon.

QUINE, W. (1969): *Ontological Relativity and the Other Essays*, Nueva York, Columbia University Press.

\_\_\_\_\_, W. (1960): *World and Object*, Cambridge, MIT Press.

RADNITZKY, G. y BARTLEY, W. (edit) (1987): *Evolutionary epistemology, rationality, and the sociology of knowledge*, Illinois, La Salle.

RESCHER, N. (1990): *Evolution, Cognition and Realism*, Lanham, University Press of America.

RICHARDS, I. A. (1936): *The Philosophy of Rethoric*, Oxford, Oxford University Press.

RICHARDS, R. (1997): "El modelo de selección natural y otros modelos en la historia de la ciencia", en Martínez y Olivé, 1997.

RICOEUR, P. (1975): *La métaphore vive*, París, Editions du Seuil.

RIEDL, R. (1984): *Biology of Knowledge: the Evolutionary Basis of Reason*, Chichester, J. Wiley and Sons.

RUSE, M. (1986): *Taking Darwin Seriously*, Oxford, Basil Balckwell.

SEARLE, J. (1991): "Metaphor", en Davis, 1991.

SHAPIN, S. (1982): "History of Science and its Sociological Reconstructions", *History of Sciences*, Vol. 20, pp. 157-211.

SOBER, E. (edit) (1994): *Conceptual issues in evolutionary biology*, Massachusetts, MIT Press.

STEGMÜLLER, W. (1973): *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Berlin-Heidelberg: Springer.

SUPPE, F. (2000): "Understanding Scientific Theories: An Assessment of Developments, 1969-1998", *Philosophy of Science* 67 (Proceedings): S102-S115.

SUPPE, F. (1989): *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Urbana and Chicago: University of Illinois Press.

\_\_\_\_\_, F. (1974): *The Structure of Scientific Theories*, Illinois, University of Illinois.

SUPPES, P. (1993): *Models and Methods in the Philosophy of Science: Selected Essays*, Dordrecht, Reidel.

\_\_\_\_\_, P. (1969): *Studies in the Methodology and Foundations of Science*. Selected Papers from 1951 to 1969, Dordrechtm, Reidel.

THAGARD, P. (1997): "En contra de la epistemología evolucionista", en Martínez y Olivé, 1997.

TOULMIN, S. (1970): *Human Understanding*, Princeton, Princeton University Press.

\_\_\_\_\_, S. (1961): *Foresight and understanding*, Nueva York, Harper Torchbooks.

TURBAYNE, C. (1962): *The Myth of Metaphor*.

VOLLMER, G. (1984): "Mesocosmos y conocimiento objetivo", en Lorenz y Wuketits, 1984.

WOOLGAR, S. (1988): *Science: the Very Idea*, Londres, Tavistock.

65

WUKETITS, F. (1984): "Gnoseología evolutiva: el nuevo desafío", en Lorenz y Wuketits, 1984.



DOSSIER *C/S*



# PRESENTACIÓN

**Mariano Martín Gordillo**   
**Isabel P. Martins** 

Las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad tienen en la educación uno de los espacios de interacción más significativos. Las instituciones educativas siguen siendo algunos de los escenarios más importantes para la producción (en los niveles superiores) y reproducción (en los niveles primario y secundario y también en el universitario) del conocimiento en nuestras sociedades. Es en las aulas donde se generan o se frustran muchas de las vocaciones que están a la base de las trayectorias profesionales de científicos e ingenieros. Es también en las aulas donde tiene lugar la formación básica de esos profesionales. Por lo tanto, no es exagerado afirmar que el futuro del desarrollo tecnocientífico depende, en cierta medida, del presente de la educación en ciencia y tecnología.

69

Pero la educación no es sólo uno de los medios sociales más importantes para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Es también el lugar en el que los ciudadanos reciben formación e información sobre esos campos. En la percepción pública sobre la ciencia y la tecnología y en la generación de actitudes sociales hacia el desarrollo tecnocientífico no es irrelevante el tipo de educación tecnocientífica que se promueve en las instituciones educativas. Una enseñanza de las ciencias y las tecnologías en la que se prescindiera de sus implicaciones sociales y ambientales, además de ser incompleta, contribuirá a mantener esa actitud de confianza o desconfianza ciegas que preside muchas veces la relación de los ciudadanos con el desarrollo tecnocientífico. Por el contrario, una verdadera alfabetización tecnocientífica de la ciudadanía debe integrar inexcusablemente referencias a lo que de construcción social hay en la ciencia y la tecnología y a lo que suponen para la sociedad las diversas alternativas del desarrollo tecnocientífico. Por ejemplo, importa comprender que en una sociedad guiada por valores culturales y humanos, no todo lo que es técnicamente posible es éticamente admisible. De este modo se abre una posibilidad para propiciar el aprendizaje social de un nuevo tipo de ciudadanía en la que las decisiones sobre la ciencia y la tecnología estén integradas en la agenda de cuestiones que deben ser sometidas a la participación ciudadana.

Además de estas razones sociales para la inclusión en la educación de esta perspectiva más participativa, se asiste en la enseñanza de las ciencias a un importante desinterés de los jóvenes para elegir los estudios (y también las carreras profesionales) ligados a las ciencias y las tecnologías, hasta el punto de que muchos autores se cuestionan cuál puede ser el futuro de estas áreas en el desarrollo estratégico de los países a la vista de la importante crisis de vocaciones hacia la ciencia y la tecnología. Así, la orientación CTS en la enseñanza de las ciencias puede ser una vía prometedora para entusiasmar a los jóvenes hacia el seguimiento de estudios en los dominios tecnocientíficos.

En los estudios CTS las referencias al ámbito educativo han suscitado habitualmente un alto nivel de consenso en la idea de que es en la educación donde puede estar la llave para hacer posible un nuevo contrato social de la ciudadanía con el desarrollo tecnocientífico. Un nuevo contrato que haga posible un mayor compromiso de la sociedad con la ciencia y la tecnología y un mayor compromiso de éstas con el progreso social. Pero, al margen de esas invocaciones al futuro, ya existe en el presente un amplio campo de estudios en educación CTS en el que se han desarrollado investigaciones, propuestas e experiencias para esa renovación de la educación tecnocientífica. Hasta hace pocos años la educación CTS era un ámbito en el que predominaban las investigaciones y las propuestas procedentes de otros contextos. Sin embargo, hoy este campo se ha consolidado en la comunidad iberoamericana produciendo trabajos originales de nuestro contexto cultural tanto en la investigación en didáctica de las ciencias, como en el diseño y experimentación de materiales educativos e iniciativas de formación docente para la enseñanza de las ciencias y las tecnologías con enfoque CTS. A este impulso en la gestación y consolidación de una red de investigadores en educación CTS no es ajeno el esfuerzo que en los últimos años viene haciendo la Organización de Estados Iberoamericanos desde su programa de Ciencias. El creciente número de eventos y publicaciones en español y portugués sobre educación CTS muestra que éste es un campo de estudios pujante y relativamente consolidado en el espacio cultural iberoamericano.

70

En este dossier se pretende mostrar una pequeña panorámica de la diversidad de trabajos que se vienen desarrollando sobre la educación CTS en España, Portugal y Latinoamérica. La investigación sobre didáctica de las ciencias, los materiales para la educación CTS y las estrategias de formación docente son algunos de los temas que se tratan en los siguientes trabajos. También son diversos los niveles educativos (desde la educación primaria hasta la universitaria) y los campos temáticos (enseñanza de las ciencias, pero también de las tecnologías) que se abordan en ellos.

José Antonio Acevedo, Ángel Vázquez, Pilar Acevedo y María Antonia Manassero comentan en su trabajo algunos resultados de una investigación empírica realizada con estudiantes y profesores sobre la evaluación de creencias sobre ciencia y tecnología y sus relaciones mutuas. La necesidad de diseñar currículos de ciencias con orientación CTS y de favorecer una adecuada formación del profesorado para su desarrollo son algunas de las conclusiones de este trabajo.

Por su parte, Rui Marques Vieira e Isabel P. Martins centran su trabajo en la formación continuada de los profesores de enseñanza básica en los primeros años de su actividad profesional, y muestran como a través de un programa de formación centrado en el conocimiento de sus concepciones previas sobre CTS, la mayoría de tipo del realismo ingenuo y empirismo, fue posible promover su evolución hacia visiones más próximas a las concepciones contemporáneas de la nueva didáctica de las ciencias. Del estudio desarrollado resaltan interrelaciones entre tres variables sobre las cuales es necesario profundizar: concepciones de los profesores, prácticas didáctico-pedagógicas, y concepciones de los alumnos.

El artículo de Mariano Martín Gordillo indaga sobre las relaciones entre la cultura científica y la participación ciudadana defendiendo que entre los fines de la educación tecnocientífica debe estar el desarrollo de hábitos para la participación pública en controversias tecnocientíficas. En la segunda parte de su trabajo presenta una serie de materiales didácticos para la educación media y superior orientados a promover la educación para la participación en temas de ciencia y tecnología.

Maria Eduarda Santos desarrolla una reflexión profunda sobre las conexiones ciudadanía-conocimiento-ciencia-educación CTS. Para ello, la autora comienza por revisar críticamente cada uno de los conceptos, situándolos históricamente. La educación CTS aparece como la forma de contextualizar los debates éticos y culturales que llevan necesariamente aparejadas temáticas científico-tecnológicas con repercusión social. Del diálogo integrador entre diferentes matrices de racionalidad (por ejemplo, científica, tecnológica, social y cultural) emerge una "nueva" ciudadanía, y es este concepto el que debe orientar la educación CTS en el contexto escolar, en diferentes modalidades curriculares y, principalmente, en la enseñanza de las ciencias.

71

El trabajo de Carlos Osorio presenta algunos resultados de un proyecto de investigación dirigido a la formación de ingenieros en Colombia, en el que se parte del concepto de sistema tecnológico para proponer una serie de propuestas didácticas para el aprendizaje de la participación en ciencia y tecnología.

Joao Praia y António Cachapuz suscitan una serie de reflexiones desde las que defienden el compromiso ético como punto de partida de una renovación de la enseñanza de las ciencias. En cierto modo, su trabajo relaciona algunos de los aspectos propios de la educación CTS con varios de los temas habituales en otros campos de los estudios CTS.

Por último, este dossier incluye también un trabajo que deja aún más abierta esta panorámica de la educación CTS mediante cuatro reseñas de libros sobre educación CTS comentados por José Antonio Acevedo, Ángel Vázquez y Maria de Fátima Paixão. Se trata de obras que muestran la influencia del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias y que proceden de ámbitos culturales diversos.



## Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas

**José-Antonio Acevedo-Díaz** (ja\_acevedo@vodafone.es)  
Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, España

**Ángel Vázquez-Alonso** (avazquez@iaqse.caib.es)  
Consejería de Educación de las Islas Baleares, España

**Pilar Acevedo-Romero** (pi\_acevedo@yahoo.es)  
IES Ramón Olleros Gregorio, Salamanca, España

**María-Antonia Manassero-Mas** (ma.manassero@uib.es)  
Universidad de las Islas Baleares, España

En este artículo se evalúan las creencias de una amplia muestra de estudiantes sobre los conceptos de ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas, utilizándose para ello nueve preguntas incluidas en el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). Los resultados muestran algunas ideas aceptables sobre la ciencia, mientras que la tecnología se identifica sobre todo con sus productos o como ciencia aplicada, lo que influye en parte en los puntos de vista sobre las relaciones entre la ciencia y la tecnología, subordinándose ésta a la primera, aunque se reconozca también la existencia de un cuerpo de conocimientos propio de la tecnología y su influencia en los avances científicos. La comparación de estas creencias con las de una extensa muestra de profesorado, empleando para ello una selección de tres de las cuestiones anteriores, permite comprobar que los perfiles cualitativos son semejantes y son pocas las diferencias cuantitativas, que, además, una vez están a favor del profesorado y otra del alumnado. Se concluye, pues, afirmando que la comprensión de esta temática no se ha conseguido hasta ahora en la educación científica española. Para intentar conseguirlo, se reclama un currículo de ciencias más acorde con las orientaciones que proporciona el movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para la enseñanza de las ciencias y una formación explícita del profesorado en los temas señalados.

73

**Palabras clave:** Educación científica, Evaluación de creencias, Naturaleza de la ciencia, Naturaleza de la tecnología, Relaciones entre ciencia y tecnología, CTS.

*This article evaluates the beliefs of an ample sample of students regarding the concepts of science, technology, and their mutual relationships, using as its basis nine questions found in The Opinion Questionnaire About Science, Technology, and Society. The results show that technology is mainly identified either with its products or as an applied science. The comparison between these beliefs to those of an ample sample of teachers, using a selection of three of the previously mentioned questions, allows one to determine that the qualitative profiles are similar and that there are but a few quantitative differences. It is therefore assumed, that the understanding of these concepts in the Spanish scientific education hasn't yet been achieved. To try to correct this problem, we strongly ask for a science syllabus that concurs more with the Science-Technology-Society (STS) views and orientations, as well as some specific teacher training regarding the above related matter.*

**Key words:** Scientific education, evaluation of beliefs, the nature of science, the nature of technology, relationships between science and technology, STS

## Introducción

Desde hace tiempo la didáctica de las ciencias viene reclamando que se preste más atención a la naturaleza de la ciencia, habiéndose convertido recientemente su conocimiento explícito en un objetivo central de la enseñanza de las ciencias (Adúriz-Bravo, 2001; Fernández, 2000; Matthews, 1998b; McComas, Clough y Almazroa, 1998; McComas y Olson, 1998), sobre todo en las reformas emprendidas por algunos países durante la última década del siglo XX (AAAS, 1989, 1993; Department for Education and Employment, 1999; NRC, 1996; NSTA, 1993; Solomon, 1991). Para ello se han esgrimido diversas razones, tales como aquellas relativas a la enseñanza y al aprendizaje de los conceptos científicos, utilitarias, democráticas, culturales, axiológicas, etcétera (Driver et al., 1996); argumentos que no siempre están suficientemente avalados por los resultados de las investigaciones realizadas en didáctica de las ciencias (Acevedo et al., 2004, 2005), por lo cual parece que la decisión de dar más relevancia a la naturaleza de la ciencia en la educación científica es sobre todo una elección basada en los valores que se consideran deseables (Acevedo et al., 2004, 2005 en prensa; Bell y Lederman, 2003). De otro modo, la mayoría de los expertos en didáctica de las ciencias están hoy de acuerdo en que enseñar algo sobre la naturaleza de la ciencia tiene valor per se y da calidad a la enseñanza.

Ahora bien, casi todas las evaluaciones realizadas hasta ahora permiten afirmar que no se ha conseguido la comprensión de la naturaleza de la ciencia por parte del alumnado (Acevedo, 1992, 2001; Lederman, 1992; Moss, Abrams y Robb, 2001; Ryan y Aikenhead, 1992; Vázquez y Manassero, 1999a) ni por el profesorado (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Acevedo, 1994, 2000; Acevedo y Acevedo, 2002; Acevedo et al., 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002b; Lederman, 1992; Lederman et al., 2001; Manassero y Vázquez, 2000; Mellado, 1996, 1997; Pomeroy, 1993; Rubba y Harkness, 1993). Además, en los últimos años, algunos especialistas en educación científica reivindican que una comprensión más completa de esta temática requiere incluir también la naturaleza de la tecnología<sup>1</sup> (Acevedo, 1995, 1996, 1997b; De Vries, 1996; Gardner, 1994b, 1995, 1997; Santos, 1999) y las relaciones entre la ciencia y la tecnología (Acevedo, 1998a,b; Acevedo et al., 2003; Acevedo y Vázquez, 2003; Cajas, 2001; Fensham y Gardner, 1994; Gardner, 1990,

<sup>1</sup> El grupo de Norman G. Lederman, Fouad Abd-El-Khalick y otros miembros del Illinois Institute of Technology y la Oregon State University, entre otras instituciones estadounidenses, es uno de los más activos en la investigación sobre la naturaleza de la ciencia para la enseñanza de las ciencias y la formación del profesorado en este campo (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Bell et al., 2001). Sus trabajos son, sin duda, un referente en todo el mundo; sin embargo, también tienen algunas limitaciones. Primero, sus evaluaciones están restringidas a unos cuantos aspectos básicos de la naturaleza de la ciencia, plasmados en el VNOS-*Views of Nature of Science Questionnaire* (Lederman et al., 2001, 2002), que se corresponden con los puntos de vista de los *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993) del Proyecto 2061 y los *National Science Education Standards* (NRC, 1996), los cuales dominan la alfabetización científica en los EE.UU. desde la última década del siglo XX (Felske, Chiappetta y Kemper, 2001). Segundo, no abordan importantes cuestiones relativas a cómo afecta la tecnología a crear nuevas formas de concebir la naturaleza de la ciencia y la tecnociencia contemporáneas (Acevedo, 1997b; Acevedo y Acevedo 2002; Echeverría, 2003; Vázquez et al., 2001), lo que puede dejar algo obsoletos, o al menos incompletos, los esfuerzos para que el profesorado y el alumnado puedan lograr una mejor y actualizada comprensión de la naturaleza de la ciencia.

1994a; Gilbert, 1992, 1995; Martins, 2003; Solbes, 2003; Valdés et al., 2002), abordando en la enseñanza de las ciencias el importante papel de la tecnología en la ciencia (Maiztegui et al., 2002), ya que, entre otros motivos, su olvido podría contribuir a reforzar algunas visiones deformadas de la ciencia (Fernández et al., 2003, 2005).

El objetivo señalado también es un componente básico de la alfabetización científica para todas las personas (Millar y Osborne, 1998; Reid y Hodson, 1989), tal y como la asume el movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para la enseñanza de las ciencias (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002, 2003; NSTA, 1991; Spector, Strong y Laporta, 1998; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005a). Un primer problema para su consecución es que el conocimiento de la naturaleza de la ciencia implica en gran medida un metaconocimiento (Driver et al., 1996; Seroglou y Koumaras, 2001) -una reflexión sobre la propia ciencia- por lo cual podría estar fuera del alcance de la mayoría del alumnado, especialmente si su tratamiento en el aula no se aborda de manera explícita y comprensiva. Un segundo problema importante es que las concepciones sobre la ciencia, construidas desde la reflexión filosófica y las investigaciones histórica y sociológica, son diversas, complejas y dinámicas. En consecuencia, no es fácil llegar a un acuerdo sobre qué principios básicos podrían servir para definir una comprensión más adecuada de la naturaleza de la ciencia, mostrando importantes discrepancias los propios filósofos de la ciencia (Alters, 1997a, 1997b; Vázquez et al., 2001). Sin embargo, tampoco es una tarea imposible (Eflin, Glennan y Reisch, 1999; Felske, Chiappetta y Kemper, 2001; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2004b; McComas, Clough y Almazroa, 1998; McComas y Olson, 1998; Osborne et al., 2001, 2003; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004, 2005b; Vázquez et al., 2004, 2005), sobre todo si se tiene en cuenta que la mayoría de los desacuerdos se refieren a aspectos demasiado abstractos para tener gran repercusión en la vida cotidiana de los estudiantes o para ser susceptibles de su transposición didáctica a la enseñanza de las ciencias (Abd-El-Khalick y Boujaoude, 1997) y, en cambio, se proponen unos objetivos más modestos y ajustados para la enseñanza de las ciencias (Matthews, 1998a).

75

Como se ha mostrado en otro lugar (Vázquez et al., 2001), la investigación sobre estas cuestiones ha puesto en evidencia ciertas posiciones menos apropiadas (empirismo inductivista, realismo ingenuo, relativismo radical, unidad del método científico, etc.), junto a otras que pueden considerarse más adecuadas (provisionalidad del conocimiento científico, su construcción social, su falibilidad, pluralidad metodológica, papeles de la teoría y la experiencia práctica en la actividad científica, etc.). La ciencia moderna se ha configurado como un conocimiento básico y sistemático del mundo físico con la principal finalidad de explicarlo y hacer mejores predicciones, pero también para intervenir en él y transformarlo (Acevedo, en prensa; Hacking, 1983). Pese a este punto de partida generalmente admitido, desde la filosofía se han construido algunos paradigmas para explicar la naturaleza de la ciencia, tales como el positivismo, el realismo, el instrumentalismo (pragmatismo) y el relativismo, con puntos de vista contrapuestos en muchos aspectos. Estos paradigmas se consideran marcos generales de investigación que, a partir de sus coincidencias y discrepancias, son útiles para dar fundamentos a una enseñanza de

las ciencias coherente con el objetivo de conseguir una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia (Vázquez et al., 2001). Además, la sociología de la ciencia ha resaltado otros aspectos importantes que complementan a los factores epistemológicos, tales como los valores, supuestos e intereses que guían a los científicos en su trabajo, las normas y hábitos de la comunidad científica y elementos psicológicos y sociológicos que también conforman la racionalidad científica.

Cuando se comparan la ciencia y la tecnología, puede comprobarse que el diferente valor concedido a una y otra se remonta al menos al pensamiento helenístico clásico. Partiendo de la distinción platónica entre el conocimiento teórico más abstracto (prestigiado) y la actividad manual basada en la práctica (minusvalorada), Aristóteles argumentó que el conocimiento científico (*episteme*) era deseable por sí mismo, mientras que la técnica (*techne*) solo era un medio para satisfacer necesidades humanas (Martín-Gordillo y González-Galbarte, 2002). Muchos siglos después, Bacon defendió una posición contraria, considerando que el conocimiento para manipular las cosas materiales era más útil para el progreso social que el saber abstracto. Lo cierto es que la tensión entre el conocimiento teórico (ciencia) y el saber hacer ligado a la práctica (técnica) ha continuado a lo largo del tiempo, aunque decantándose casi siempre a favor del primero, debido al mayor status cultural que se le suele conceder a la ciencia en los ambientes académicos (Acevedo, 1995, 1996).

76

Por su intensa relación instrumental con la sociedad, la tecnología está más mediatizada aún que la ciencia. Su significado es poliédrico y, según Kline (1985), se asocia a: (i) los productos artificiales fabricados por las personas (herramientas, instrumentos, máquinas, artefactos y sistemas de todo tipo); (ii) los conocimientos técnicos, metodologías, capacidades y destrezas necesarias para poder diseñar y realizar las tareas productivas (actividades relacionadas con el saber hacer); (iii) los recursos humanos y materiales del sistema socio-técnico de producción; y (iv) el sistema socio-técnico necesario para el uso y mantenimiento de los productos fabricados, incluyendo también aquí aspectos tan variados como los legales. Los procesos tecnológicos implican invención, diseño, innovación, diseminación, evaluación y, también, educación tecnológica (como conocimiento general y como saberes especializados). Por otra parte, de acuerdo con Pacey (1983), puede obtenerse un significado bastante completo de la práctica tecnológica mediante la articulación sistémica de sus dimensiones técnica, organizativa e ideológica-cultural, a las que puede añadirse una dimensión subyacente a las anteriores que incluye los sentimientos derivados de la experiencia personal con la tecnología (Acevedo, 2006 en prensa; Pacey, 1999).

A lo largo de la historia, la ciencia y la tecnología se han relacionado entre sí con diferentes grados de intensidad, circunstancia que ha dado lugar a distintas interpretaciones de estas interacciones (Acevedo, en prensa). Su análisis puede hacerse mediante cinco modelos establecidos por Niiniluoto (1997) a partir de las relaciones ontológicas y causales entre ambas. Hay tres puntos de vista monistas: primacía ontológica de la ciencia sobre la tecnología (visión de la tecnología como ciencia aplicada), de la tecnología sobre la ciencia (imagen de la ciencia como

instrumento o, incluso, como una forma intensificada de tecnología) e identidad ontológica entre ambas (promovida por la tecnociencia postmoderna). Los otros dos modelos son dualistas, puesto que se acepta la independencia ontológica entre ambas, pero mientras que uno sostiene la independencia causal (no hay interacción entre ciencia y tecnología o, a lo sumo, es débil), el otro defiende una relación causal entre ambas (generalmente privilegiando más la que va en el sentido de la ciencia a la tecnología que la contraria). El estudio de estos cinco modelos a través de la historia de la ciencia y de la tecnología, en particular desde el siglo XVII hasta la actualidad, permite mostrar la presencia de casos de todos los tipos (Acevedo, en prensa). La historia de la ciencia y de la tecnología es lo suficientemente rica y diversa como para poder resumir tales relaciones en un único modelo (Ziman, 1976). Así pues, como las relaciones no han sido ni son siempre las mismas, la conclusión es que ninguno es capaz de dar cuenta *per se* de todas las situaciones posibles (Acevedo et al., 2003).

Estos párrafos a modo de introducción permiten vislumbrar el interés y, al mismo tiempo, la complejidad que supone conseguir el objetivo de alcanzar un conocimiento más adecuado de la naturaleza de la ciencia, ampliado ahora con el de la naturaleza de la tecnología. Para su adecuada incorporación a la enseñanza de las ciencias es útil hacer un diagnóstico lo más completo posible con instrumentos válidos y fiables de las creencias de los estudiantes sobre la ciencia, la tecnología y sus relaciones mutuas. Este artículo pretende contribuir a ello, evaluando sus puntos de vista sobre estas cuestiones y comparándolos en unos cuantos casos con los del profesorado.

77

## Aspectos metodológicos

### Instrumento

Las cuestiones aplicadas en este estudio son las correspondientes a la dimensión titulada "Ciencia y tecnología: definiciones y relaciones mutuas", una de las nueve que componen el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, que en adelante se abreviará por su acrónimo COCTS<sup>2</sup> (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2003; Vázquez y Manassero, 1997, 1998). Estas cuestiones se

<sup>2</sup> El COCTS es un cuestionario para evaluar las actitudes y creencias CTS con cien preguntas de opción múltiple, las cuales se han desarrollado empíricamente; esto es, a partir de las respuestas previas (mediante preguntas abiertas y entrevistas) de grupos de personas similares (estudiantes o profesores) a los que se va a aplicar el cuestionario y no basándose en las propias ideas del investigador sobre los temas planteados, como suele ser habitual en la mayoría de los casos (Aikenhead, 1988). Se pretende así evitar la denominada "percepción inmaculada", es decir, la creencia implícita de que el investigador y las personas que responden entienden de la misma manera el significado del texto de las cuestiones; de este modo, se reduce la ambigüedad y la distorsión de los significados en las respuestas. Además, los procesos metodológicos seguidos en el desarrollo empírico dotan a las frases de las cuestiones de validez inherente (Ryan y Aikenhead, 1992). Este cuestionario parte de la taxonomía de actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología propuesta por Vázquez y Manassero (1995) y toma como referencia otros del mismo tipo, como el VOSTS y el TBA-STTS, aunque adaptados al contexto cultural español. El COCTS está disponible en castellano y en catalán (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2003) y está prácticamente terminada su traducción al portugués.

refieren a los siguientes aspectos: definición de ciencia (10111), definición de tecnología (10211), concepto de investigación y desarrollo I+D (10311), relación entre ciencia y tecnología (10411), prioridad de la tecnología o la ciencia (10421), la ciencia como proceso (10113), influencia de la ciencia sobre la tecnología (10412), influencia de la tecnología sobre la ciencia (10413) y autonomía epistemológica de la tecnología respecto a la ciencia (10431). Las cinco primeras cuestiones se adaptaron a partir de las propuestas originalmente por Aikenhead, Ryan y Fleming (1989) en su *Views on Science, Technology and Society* (VOSTS), mientras que las restantes están adaptadas del *Teacher's Belief about Science-Technology-Society* (TBA-STs) de Rubba y Harkness (1993). En el Cuadro 1 se muestra un ejemplo de estas cuestiones.

**Cuadro 1**  
**Ejemplo de una pregunta del COCTS**

10431. Los tecnólogos tienen un cuerpo propio de conocimientos en el que se basan. Pocos desarrollos tecnológicos se han obtenido directamente de descubrimientos hechos en ciencia.

Seleccione la opción que satisface su opinión:

A. La tecnología avanza principalmente por sus propios medios. No necesita necesariamente de descubrimientos científicos.

B. La tecnología avanza confiando igualmente en ambos: los descubrimientos científicos y el cuerpo de conocimientos propio de la tecnología.

C. Ambos, científicos y tecnólogos dependen del mismo cuerpo de conocimientos, porque la ciencia y la tecnología son muy similares.

CADA aplicación tecnológica se basa en un descubrimiento científico:

D. Porque los descubrimientos científicos siempre encuentran alguna utilidad, bien para aplicaciones tecnológicas o para otros usos científicos.

E. Porque la ciencia suministra la información básica y las nuevas ideas a la tecnología.

F. No entiendo la cuestión.

G. No sé lo suficiente del tema para seleccionar una opción.

H. Ninguna de las opciones satisface básicamente mi opinión.

78

Todas las cuestiones tienen un formato similar de elección múltiple, iniciándose con un encabezamiento donde se plantea el problema sobre el que se desea conocer la opinión, seguido de una lista de frases alternativas, cada una de ellas identificada correlativamente con una letra, que ofrecen un amplio abanico de opiniones sobre el tema planteado. En algunos casos, cuando el listado es largo, las opciones se agrupan para facilitar su lectura, comprensión y elección, mediante la inclusión de alguna frase intermedia, que divide en grupos el conjunto de opciones; por ejemplo, las que están a favor y las que están en contra. Además, cada cuestión finaliza con tres opciones que son siempre las mismas, las cuales recogen diversas razones para no elegir: "No entiendo la cuestión", "No sé lo suficiente del tema para seleccionar una opción" y "Ninguna de las opciones satisface básicamente mi opinión".

El COCTS completo se presenta en seis cuadernillos diferentes, de modo que las nueve cuestiones planteadas estaban diseminadas en éstos y, por lo tanto, han sido respondidas por muestras de estudiantes diferentes, aunque equivalentes entre sí por el sistema de aplicación balanceada de los cuestionarios. El profesorado encuestado solamente contestó a dos de los cuadernillos, que incluían tres de las cuestiones citadas (10211, 10311 y 10431).

## Muestra

La selección de la muestra de estudiantes se hizo por grupos-aula (muestreo por cuotas), al azar entre todos los niveles educativos, y representativa de la población de cada nivel mediante un muestreo estratificado con afijación aproximadamente proporcional. La muestra válida se constituyó con 4132 alumnos (error muestral del 4%, por exceso o defecto) de todas las modalidades del sistema educativo (universitarios, estudiantes de secundaria y formación profesional), que existían en el momento de la aplicación del COCTS en Mallorca. Para el 95%, las edades están comprendidas entre 14 y 27 años, con mayoría de mujeres (59%). La muestra total, equilibrada por género en cada grupo-aula y con grado de exposición a estudios de ciencias experimentales<sup>3</sup> clasificado como bajo (68%), medio (25%) y alto (7%), se distribuye en torno a las 700 personas para cada uno de los seis cuadernillos que integran el cuestionario, aunque no siempre es la misma debido a la anulación de cuadernillos incompletos o contestados de manera deficiente.

La muestra de profesorado en ejercicio (error muestral del 4%, por exceso o defecto) se formó con 654 profesores (318 y 336 contestaron a cada uno de los dos cuadernillos) de primaria (46%), secundaria (44%) y universidad (10%), aleatoriamente distribuidos con antecedentes de baja (66%), media (11%) y alta (23%) exposición a estudios científicos. La muestra de futuros profesores en formación inicial (error muestral del 4%, por exceso o defecto) quedó constituida por 389 (189 y 200 respondieron a cada uno de los dos cuadernillos) estudiantes de diplomatura universitaria (41%), de licenciatura universitaria (31%) y titulados universitarios (28%), distribuidos al azar según sus antecedentes de baja (50%), media (30%) y alta (20%) exposición a estudios científicos, de forma semejante a como se ha hecho con la muestra de profesores en ejercicio (Vázquez y Manassero, 1997).

<sup>3</sup> En la bibliografía se informa a menudo que las actitudes relacionadas con los temas científicos dependen de diversas variables, siendo una de las más frecuentes la cantidad de educación científica recibida, denominada aquí "grado de exposición a los estudios científicos" (Vázquez y Manassero, 1995, 1996). Esta variable puede hacerse operativa con una puntuación proporcional al número de materias científicas cursadas por cada estudiante o profesor a lo largo de su currículo hasta el momento de responder al cuestionario; puntuación que depende del nivel, curso y especialidad de los estudios que ha seguido. De esta forma, licenciados y estudiantes del último curso de ingenierías y ciencias experimentales tienen las puntuaciones más altas, mientras que el alumnado de secundaria obligatoria que todavía no ha elegido entre materias científicas y no científicas tiene la puntuación mínima. Con estas puntuaciones la muestra de personas puede dividirse en tres categorías con exposición baja, media y alta, respectivamente.

## Procedimiento

Los datos se obtuvieron utilizando un modelo de respuesta única, seleccionando cada persona encuestada (estudiante o profesor) la opción que mejor se ajusta a su opinión entre todas las frases alternativas proporcionadas en cada una de las cuestiones de esta dimensión del COCTS (Vázquez y Manassero, 1998), clasificándose luego en las categorías “Adecuada”, “Plausible” e “Ingenua”,<sup>4</sup> a las que se añadió la categoría “Otra” donde se incluyen las respuestas del tipo “No comprendo lo que se pregunta”, “No sé suficiente del tema como para elegir una opción”, etcétera. (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2000).

Para todas las cuestiones, el procedimiento empleado ha consistido en trasladar el número de respuestas directas correspondientes a cada categoría, estableciendo así frecuencias de respuestas adecuadas, plausibles, ingenuas y otras. Después, se asignaron las siguientes puntuaciones a las categorías: Adecuada (3,5), Plausible (1) e Ingenua (0), de acuerdo con la pormenorizada explicación que Vázquez y Manassero (1999b) han dado de las ventajas de éstas respecto a las propuestas por Rubba, Schoneweg y Harkness (1996); además, a las respuestas clasificadas en Otra se les ha asignado la misma puntuación que a las ingenuas. De esta forma se puede calcular una puntuación media ponderada, que es un indicador cuantitativo de la adecuación relativa de las creencias sobre cada una de las cuestiones, de tal manera que cuanto mayor es el valor obtenido, las respuestas serán más apropiadas.

80

## Resultados de la investigación

### Alumnado

Para cada una de las nueve cuestiones, en la Tabla 1 se indican los porcentajes de las respuestas del alumnado respecto a cada categoría, incluyéndose también las puntuaciones medias.

<sup>4</sup> La clasificación de todas las opciones posibles en estas tres categorías se hizo previamente a partir de la valoración realizada por un panel de once jueces expertos (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001, 2003; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2000, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2005), siguiendo un modelo de respuesta múltiple con el que valoraron sobre una escala de nueve puntos su grado de acuerdo con cada una de las opciones presentes en las cuestiones planteadas; modelo que es mucho más fino y potente que el de respuesta única, porque suministra la máxima información disponible en cada pregunta del COCTS y permite alcanzar mucho mayor grado de precisión en la evaluación de las actitudes y creencias CTS (Acevedo et al., 2001; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2004a; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2005).

**Tabla 1**  
**Porcentajes de respuestas por categorías y puntuaciones del alumnado**

<b>Categorías de respuestas Cuestiones</b>	<b>% Adecuadas</b>	<b>% Plausibles</b>	<b>% Ingenuas</b>	<b>% Otras</b>	<b>Puntuaciones alumnado</b>
10111	46,8	45,8	4,3	3,1	2,10
10113	39,7	41,5	15,0	3,8	1,80
10211	16,2	54,0	25,4	4,5	1,11
10311	18,3	52,9	26,5	2,3	1,17
10411	76,5	1,7	19,4	2,4	2,70
10412*	-	51,8	44,1	4,1	0,52
10413	69,6	9,2	16,7	4,5	2,53
10421	22,3	61,6	12,1	4,0	1,39
10431	40,9	22,4	28,8	7,9	1,66

(\*) No hay opciones adecuadas en el COCTS

81

Las puntuaciones medias más altas se logran en las siguientes cuestiones:

- 10411: *Relación entre ciencia y tecnología* (2,70).

En esta cuestión se da por supuesto que hay una estrecha relación entre ciencia y tecnología y se intenta saber si es mayor la contribución de alguna de ellas sobre la otra. La opción adecuada que muestra una interacción entre ambas con un peso similar de cada una es elegida por mayoría absoluta (71%). La opción ingenua más escogida (11%) incide en la dependencia jerárquica de la tecnología respecto a la ciencia, que se considera la base de los avances tecnológicos. Cabe destacar que la opción que establece que la tecnología es muy parecida a la ciencia casi no recibe apoyo (2%); por lo tanto, los estudiantes diferencian entre ambas y no parecen asumir el concepto postmoderno de tecnociencia sugerido por muchos autores para describir la creciente imbricación entre ambas (Latour, 1987).

- 10413: *Influencia de la tecnología sobre la ciencia* (2,53).

Las dos frases preferidas son adecuadas. La primera (30%) afirma que los avances tecnológicos conducen a progresos científicos. La segunda (25%) que la tecnología suministra herramientas y técnicas a la ciencia. Otra opción adecuada, según la cual la disponibilidad de tecnología influye en la dirección de la investigación científica, es elegida por el 14%. Pese a que la cuestión no la promovía especialmente, la perspectiva ingenua de la tecnología como aplicación de la ciencia tiene una

incidencia del 15%. En suma, puede decirse que predomina el punto de vista global de que la tecnología influye en la ciencia ampliando de diversas maneras sus posibilidades de avance.

- 10111: *Definición de ciencia* (2,10).

Son mayoría las respuestas adecuadas y plausibles (algo menos de la mitad, respectivamente). La opción adecuada que considera a la ciencia como un cuerpo de conocimientos para explicar el mundo físico es la más escogida (34%). La siguiente es una frase plausible (17%), que contempla la ciencia como una forma de explorar y hacer descubrimientos del mundo y su funcionamiento; sin embargo, esta opción revela un punto de vista empirista y probablemente impregnado también de un cierto realismo ingenuo. Después viene otra clasificada como plausible (14%), que identifica la ciencia con sus diversas disciplinas: biología, química, geología, física. Con una frecuencia similar aparece una más adecuada (13%), que muestra la ciencia como un proceso sistemático de investigación y el conocimiento resultante. De manera global, la concepción de la ciencia que manifiestan los estudiantes se podría evaluar como relativamente apropiada, ya que éstos llegan a captar algunos de sus aspectos esenciales.

Las puntuaciones medias más bajas se obtienen en las cuestiones siguientes:

- 10412. *Influencia de la ciencia sobre la tecnología* (0,52).

La opción más escogida (32%) sostiene que el avance de la ciencia conduce a nuevas tecnologías, que se complementa con la que afirma que la ciencia es el conocimiento básico para la tecnología (13%). Otras preferencias muestran la extendida imagen de la tecnología como ciencia aplicada (21%) o como la aplicación de la ciencia para mejorar la vida (22%). En resumen, de un modo u otro, la gran mayoría de los estudiantes creen que la tecnología se subordina jerárquicamente a la ciencia o que es sinónima de ciencia aplicada.

- 10211. *Definición de tecnología* (1,11).

La opción preferida (25%) confunde la tecnología con la aplicación de la ciencia; un punto de vista sesgado que está muy arraigado en los ambientes académicos y aflora también, a veces con más intensidad, en otras cuestiones sobre las relaciones entre ciencia y tecnología (10411, 10412 y 10413). Algo más plausible, pero también restringida, es otra frase elegida con una frecuencia similar a la anterior (24%), que identifica la tecnología con sus productos; es decir, la creencia en la popular imagen instrumental o artefactual de la tecnología que procede de la ingeniería. La tercera opción escogida (16%) es la más adecuada e incluye, además de diseñar y saber hacer cosas (*know-how*), aspectos organizativos y económicos, así como a los consumidores. Tampoco en esta cuestión recibe apoyo alguno la opción que afirma que la tecnología es muy parecida a la ciencia. En resumen, puede afirmarse que la concepción de tecnología que tienen los estudiantes es bastante más ingenua que la de ciencia.

- 10311. *Concepto de investigación y desarrollo I+D* (1,17).

El concepto de I+D es fundamental para la comprensión de la tecnociencia

contemporánea. El 37% del alumnado opta por un significado ambivalente de I+D, que a la vez puede beneficiar y perjudicar a la humanidad; una respuesta clasificada como plausible que revela una actitud preventiva ante I+D. Las dos siguientes frases más elegidas no suman juntas la frecuencia anterior. Una es adecuada (18%) y considera I+D como una combinación de ciencia y tecnología en colaboración para su mejora mutua. La otra es ingenua (15%), ya que en la misma subyace la visión de la tecnología (desarrollo) determinada por la ciencia (investigación).

Como han mostrado Manassero y Vázquez (2002) en un estudio donde se hace una detallada descripción de las respuestas de los estudiantes a todas estas cuestiones, el grado de exposición a los estudios científicos -esto es, la cantidad de materias científicas cursadas- marca diferencias significativas en casi todas las cuestiones, no sucediendo lo mismo con el género del alumnado cuando se controla la variable anterior. Como ejemplos ilustrativos, cabe destacar que el grupo de alta exposición a los estudios científicos tiende a dar más status a la ciencia que a la tecnología y también muestra menos preferencia por el punto de vista ambivalente y preventivo de I+D; esto es, tiene menos sensibilidad ante los riesgos de la ciencia y tecnología o mayor confianza en su seguridad.

### Profesorado

En la Tabla 2 se muestran los porcentajes de respuestas del profesorado (en ejercicio y en formación inicial) clasificadas para cada una de las tres cuestiones, acompañados de las correspondientes puntuaciones medias. La tendencia general es que los futuros profesores puntúan un poco más alto que los profesores en ejercicio, pero la diferencia es estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ) solamente en la cuestión que plantea la definición de tecnología (Acevedo et al., 2002).

83

**Tabla 2**  
**Porcentajes de respuestas por categorías y puntuaciones del profesorado en ejercicio (Eje) y en formación inicial (For)**

Categorías de respuestas Cuestiones	% Adecuadas		% Plausibles		% Ingenuas		% Otras		Puntuaciones profesorado	
	Eje	For	Eje	For	Eje	For	Eje	For	Eje	For
10211*	9,5	16,5	42,9	44,5	45,7	37,0	1,9	2,0	0,76	1,02
10311	25,9	21,0	37,5	50,0	34,8	22,5	1,8	1,5	1,28	1,29
10431	47,3	51,5	31,5	20,0	29,0	27,0	2,2	1,5	1,87	2,00

(\*) La diferencia entre las puntuaciones es estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ )

Los principales resultados en las tres preguntas, con la expresión entre paréntesis de las puntuaciones del profesorado en ejercicio y en formación inicial, en ese orden, son los siguientes:

- 10211. *Definición de tecnología* (respectivamente 0,76 y 1,02).

La creencia más frecuente es la de tecnología como aplicación de la ciencia, escogida por el 46% del profesorado en ejercicio y el 37% en formación inicial. La siguiente en importancia (22% y 24%, respectivamente) identifica la tecnología con sus productos; esto es, la correspondiente a su imagen instrumental o artefactual. Por último, más profesores en formación inicial (17%) que en ejercicio (10%) eligen la opción que define de manera más completa y adecuada la tecnología, incluyendo en ella diseño, saber hacer cosas (*know-how*), aspectos organizativos, económicos y consumidores. Los perfiles de respuestas guardan semejanza cualitativa con el del alumnado, pero cuantitativamente el profesorado, sobre todo en ejercicio, muestra mucho más la visión ingenua de la tecnología como ciencia aplicada.

- 10311. *Concepto de investigación y desarrollo I+D* (respectivamente 1,28 y 1,29).

Aunque cuantitativamente el profesorado en ejercicio y en formación inicial puntúan un poco más alto que el alumnado, cualitativamente las creencias sobre I+D son muy parecidas, puesto que las tres opciones más elegidas son las mismas. Relativamente, no son muchos los profesores en ejercicio (26%) y en formación inicial (22%) que muestran la idea más adecuada de I+D como cooperación entre ciencia y tecnología para su mejora mutua. Estos porcentajes son más altos que el de los alumnos, pero también lo son los del profesorado en ejercicio (24%) y en formación inicial (17%) que escogen una respuesta ingenua en la que subyace la visión de la tecnología (desarrollo) determinada por la ciencia (investigación). La percepción del carácter ambivalente del progreso científico y tecnológico (beneficios, pero también riesgos y perjuicios) es mayor en el profesorado en formación inicial (34%) que en ejercicio (24%). Cabe destacar también que la distribución de frecuencias porcentuales de las respuestas más elegidas por el profesorado en formación inicial es aproximadamente intermedia entre la del alumnado y el profesorado en ejercicio.

- 10431. *Autonomía epistemológica de la tecnología respecto a la ciencia* (respectivamente 1,87 y 2,00).

De las tres cuestiones planteadas, es en ésta donde el profesorado en ejercicio y en formación inicial obtiene sus puntuaciones más altas. Alrededor de la mitad de cada grupo (47% y 52%, respectivamente) considera adecuadamente que la tecnología tiene un cuerpo de conocimientos propio, aunque su avance también dependa de las aportaciones de la ciencia. Sin embargo, también es importante el porcentaje de respuestas ingenuas derivadas de una visión de la tecnología dirigida por la ciencia (una aplicación de la ciencia) que mantienen tanto el profesorado en ejercicio (29%) como en formación inicial (27%). Aunque la puntuación de los alumnos es más baja que la de cualquiera los dos grupos de profesores, sus perfiles cualitativos de respuestas a esta cuestión son parecidos una vez más.

## Discusión

Puede afirmarse que, en general, los perfiles cualitativos de las creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia correspondientes al alumnado y al profesorado en ejercicio y en formación inicial son semejantes e incluyen creencias poco apropiadas. No obstante, cuantitativamente hay dos diferencias estadísticamente significativas entre sus puntuaciones, que son respectivamente favorables al alumnado en la cuestión 10211 y al profesorado en la 10431 (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002b). Asimismo, otros estudios han mostrado que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones del profesorado de primaria, secundaria y universidad (Acevedo et al., 2002) y que tampoco son importantes respecto al grado de exposición a estudios científicos o en función del género (Manassero y Vázquez, 2002).

Estos resultados deben interpretarse teniendo en cuenta que las interacciones entre la ciencia y la tecnología no se incluyen explícitamente en el currículo de ciencias español, no habiéndose contemplado de manera suficiente en los planes de estudio del pasado ni tampoco en los vigentes. La mayoría de las veces estas creencias se han conformado con poco rigor mediante un currículo que no se planifica y está oculto (creencias del profesor transmitidas implícitamente en las actividades de aula y laboratorio, promovidas por los libros de texto y demás materiales curriculares, etc.) y, quizás aún más, por la influencia de la educación informal que proporcionan muchos y diferentes medios de comunicación de masas: revistas, libros, películas, exposiciones y museos de ciencia y tecnología, etcétera. Tal puede ser el caso, por ejemplo, del punto de vista que considera la tecnología como ciencia aplicada; una creencia que está presente en muchos ámbitos académicos, escolares y sociales, cuya frecuencia e intensidad se ha visto plenamente confirmada también cuando se aplica el COCTS utilizando un modelo más completo de respuesta múltiple (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2005 en prensa).

85

Un aspecto no abordado en este artículo, pero que es necesario comentar brevemente, es que las comparaciones entre diversos estudios descriptivos realizados en varios países muestran coincidencias y diferencias cuantitativas en las respuestas a estas cuestiones. Por ejemplo, aunque aparece en todos los casos, la creencia de que la tecnología es ciencia aplicada es más frecuente en el profesorado y alumnado canadienses que en los españoles e israelíes (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002b). Las divergencias se han interpretado basándose en que los currículos escolares son distintos (Manassero y Vázquez, 2002) y, también, en que las creencias sobre estas cuestiones suelen depender de valores y normas sociales, culturales y políticos, que en muchos casos tienen un marcado carácter local, regional o nacional (Acevedo, 1995, 1996, 2001; Acevedo et al., 2003). Por lo tanto, este rasgo idiosincrásico debe tenerse en cuenta para situar en su justa medida los resultados expuestos. Asimismo, la importancia de tales diferencias interculturales podrían servir de estímulo a los investigadores iberoamericanos para planificar y realizar sus propias evaluaciones con instrumentos desarrollados empíricamente,

como el COCTS y el VOSTS, aunque adaptados a las características particulares de su nación, país o región.

### **Implicaciones para el profesorado**

A la vista de los resultados obtenidos, puesto que cuando algo no se comprende bien del todo o no se valora demasiado se tiende a excluirlo, es de esperar que el profesorado de ciencias ignore en la planificación docente aspectos como el papel de la tecnología y sus relaciones con la ciencia, o no las contemple en el aula como se merecen ni de forma adecuada. Se entra así en un círculo vicioso, cuya consecuencia es la que se ha mostrado en este trabajo; esto es, cualitativamente, las creencias del profesorado sobre las cuestiones planteadas no difieren mucho de las del alumnado, porque ni unos ni otros han tenido suficientes oportunidades para reflexionar sobre ellas y analizarlas con cierto detalle en la enseñanza de las ciencias que han recibido, habiendo quedado sus percepciones y la formación de estas creencias al margen del currículo explícito.

Estas mismas carencias se extienden también a la formación del profesorado que se promueve institucionalmente, pues no suele prepararse a éste en los aspectos que no están sustentados por los contenidos vigentes. Ahora bien, su formación específica en estas cuestiones es clave para poder contribuir desde la enseñanza de las ciencias a la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas, vayan o no a ser científicos e ingenieros en el futuro, con el propósito de proporcionarles una ciencia escolar más relevante para la vida cotidiana -privada, pública o profesional- y para la participación activa y democrática en la sociedad civil (Acevedo, 2004; Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Acevedo et al., 2004, 2005 -ambas-, 2005 en prensa; Désautels y Larochelle, 2003; Martín-Gordillo, 2003, 2005; Martín-Gordillo y Osorio, 2003); una relevancia y funcionalidad que no son precisamente los rasgos más característicos de la enseñanza de las ciencias habitual, que suelen estar condicionados sobre todo por una orientación propedéutica (Acevedo, 2004; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2002; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005a). Es ésta una demanda avalada por las reformas de la enseñanza de las ciencias emprendidas en países como, por ejemplo, los EE.UU. (AAAS, 1989, 1993; ITEA, 2000; NRC, 1996) y las recomendaciones de instituciones con prestigio internacional (OEI, 2001; UNESCO, 1994; UNESCO-ICSU, 1999a, 1999b).

La situación puesta en evidencia en este estudio sólo podrá empezarse a superar mediante una formación inicial y permanente del profesorado que preste atención a estas cuestiones y esté explícitamente planteada para afrontar su enseñanza; es decir, una enseñanza cuidadosamente planificada, con contenidos que se desarrollen en actividades variadas y con una evaluación de los procesos llevados a cabo y los resultados conseguidos. Pero esta formación no debería caer en el adoctrinamiento; esto es, buscar la adhesión hacia una posición particular (por ejemplo, la de los propios formadores o la de una escuela epistemológica particular). Se trataría más bien de mostrar al profesorado diversas perspectivas e interesarle

por las diferentes formas que hay de concebir la ciencia y la tecnología para llegar a comprenderlas mejor, valorarlas críticamente y, sobre todo, adquirir la idea clave de que, como ocurre en la propia ciencia, tampoco aquí son inmutables los conceptos puestos en juego (Acevedo, 2000; Acevedo y Acevedo, 2002). Para intentar alcanzar este metaconocimiento es imprescindible facilitar a los profesores suficientes oportunidades para reflexionar sobre estas cuestiones, ya que una formación exclusivamente implícita no les va a permitir alcanzarlo plenamente.

Como se ha señalado en otros trabajos, es necesario recordar que las orientaciones del movimiento CTS de la enseñanza de las ciencias proporcionan un marco educativo adecuado para la consecución de estos objetivos (Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002a, 2003; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005a). Por ejemplo, en relación con esta propuesta y respecto a la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, cabe destacar que Matkins et al. (2002) han mostrado recientemente resultados muy prometedores con profesores de educación primaria en formación inicial, los cuales mejoran notablemente su comprensión sobre la naturaleza de la ciencia cuando ésta se enseña explícitamente con actividades contextualizadas mediante *science & technology - based issues*, tal y como recomiendan diversos autores (Spector, Strong y Laporta, 1998). De esta forma, se combinan en la práctica los dos enfoques CTS señalados en un trabajo pionero por Rosenthal (1989);<sup>5</sup> el primero del tipo IOS (Issue-Oriented-Science), centrado en el análisis de cuestiones científicas y tecnológicas que afectan de manera relevante a la sociedad, y el segundo basado en los aspectos sociales y culturales de la ciencia y la tecnología, que es necesario para lograr una buena comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología.

87

Aún hay otra consecuencia muy grave de la falta de atención a estos asuntos en la formación universitaria de los estudios de ciencias y en la formación inicial del profesorado. En muchos casos, la carencia señalada puede llegar a suponer desinterés y hasta rechazo posterior de los contenidos relacionados con esta temática, tal y como se ha informado en un estudio hecho con profesores tutores de prácticas del CAP de la Universidad de Murcia para el caso de la naturaleza de la ciencia (De Pro, 1995). Esta secuela tan negativa tiene claras implicaciones actitudinales, pues se trata de uno de los importantes factores que impiden que el profesorado lleve a su práctica docente este tipo de contenidos (Schwartz y Lederman, 2002).

<sup>5</sup> Véanse al respecto una propuesta para tomar en consideración ambos enfoques en la educación CTS (Acevedo, 1997a) y un análisis crítico de éstos en relación con los proyectos y materiales CTS para la enseñanza de las ciencias (Acevedo y Acevedo, 2002; Acevedo, Vázquez y Manassero, 2002a; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

## Bibliografía

AAAS (1989): *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

AAAS (1993): *Benchmarks for Science Literacy: A project 2061 report*. New York: Oxford University Press.

ABD-EL-KHALICK, F. y BOUJAOUDE, S. (1997): "An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching", *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.

ABD-EL-KHALICK F. y LEDERMAN, N.G., (2000): "Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature", *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.

ACEVEDO, J.A. (en prensa): "Modelos de relaciones entre ciencia y tecnología: un análisis social e histórico", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (2004): "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16, <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>

\_\_\_\_\_, J.A. (2001): "Una breve revisión de las creencias CTS de los estudiantes". Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (2000): "Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en formación inicial". *Bordón*, 52(1), 5-16. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo18.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (1998a): "Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología", *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 409-420. Disponible en: <http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v16n3p409.pdf>.

\_\_\_\_\_, J.A. (1998b): "Tres criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología", en E. Banet y A. de Pro (eds.): *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, Vol. I, pp. 7-16. Murcia: DM. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo12.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (1997a): "La educación CTS en el Bachillerato LOGSE: la materia optativa 'Ciencia, Técnica y Sociedad' en Andalucía", en R. Jiménez y A. Wamba (Eds.) *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 333-339. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. Versión titulada "La asignatura 'Ciencia, Técnica y Sociedad' en la Comunidad Autónoma de Andalucía", disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo7.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (1997b): "¿Publicar o patentar? Hacia una ciencia cada vez más ligada a la tecnología", *Revista Española de Física*, 11(2), 8-11. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (1996): "La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema", *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44.

\_\_\_\_\_, J.A. (1995): "Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema", *Alambique*, 3, 75-84. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo5.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (1994): "Los futuros profesores de Enseñanza Secundaria ante la sociología y la epistemología de las ciencias", *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19, 111-125. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo8.htm>.

\_\_\_\_\_, J.A. (1992): "Cuestiones de sociología y epistemología de la ciencia. La opinión de los estudiantes", *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 6, 167-182.

ACEVEDO, J.A. y ACEVEDO, P. (2002): "Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de Educación Secundaria", *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/244Acevedo.PDF>.

89

ACEVEDO, J.A., ACEVEDO, P., MANASSERO, M.A., OLIVA, J.M., PAIXÃO, M.F. y VÁZQUEZ, A. (2004): "Naturaleza de la ciencia, didáctica de las ciencias, práctica docente y toma de decisiones tecnocientíficas", en I.P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (org.) *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*, pp. 23-30. Aveiro, Universidade de Aveiro, pp. 23-30. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo21.htm>.

ACEVEDO, J.A., ACEVEDO, P., MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (2001): "Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS", *Revista Iberoamericana de Educación*. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>.

ACEVEDO, J.A., MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (2002): "Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica", *Pensamiento Educativo*, 30, 15-34.

ACEVEDO, J.A. y VÁZQUEZ, A. (2003): Editorial del monográfico "Las relaciones entre ciencia y tecnología en la enseñanza de las ciencias", *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, P. y MANASSERO, M.A. (2002): "Un estudio sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria

y universidad”, *Tarbiya*, 30, 5-27. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo15.htm>.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (2002a): “El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias”. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm>.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (2002b): “Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores”, *Revista de Educación*, 328, 355-382. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo14.htm>.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (2003): “Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2002): “Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

90

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2003): “Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2005, en prensa): “Aplicación de una nueva metodología para evaluar las creencias del profesorado sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia”, *Educación Química*, 16(3).

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MARTÍN-GORDILLO, M., OLIVA, J.M., ACEVEDO, P., PAIXÃO, M.F. y MANASSERO, M.A. (2005): “Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140. Disponible en: <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., OLIVA, J.M., PAIXÃO, M.F., ACEVEDO, P. y MANASSERO, M.A. (2005): “Comprensión de la naturaleza de la ciencia y decisiones tecnocientíficas”, *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Educación científica para la ciudadanía*, Granada, 7 al 10 de septiembre.

ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., PAIXÃO, M.F., ACEVEDO, P., OLIVA, J.M. y MANASSERO, M.A. (2005, en prensa): “Mitos da didáctica das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências”, *Ciência & Educação*, 11(1).

ACEVEDO, P. y ACEVEDO, J.A. (2002): "Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos", *Bordón*, 54(1), 5-18. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo19.htm>.

ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001): *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*, Tesis doctoral, Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona, España.

AIKENHEAD, G.S. (1988): "An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics", *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.

AIKENHEAD, G.S., RYAN, A.G. y FLEMING, R.W. (1989): *Views on science-technology-society* (form CDN. mc. 5). Saskatoon (Canadá): Department of Curriculum Studies, College of Education, University of Saskatchewan. Disponible en: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/vosts.pdf>.

ALTERS, B.J. (1997a): "Nature of Science: A Diversity or Uniformity of Ideas?", *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1105-1108.

ALTERS, B.J. (1997b): "Whose Nature of Science?", *Journal of Research in Science Teaching*, 34(1), 39-55.

BELL, R.L. y LEDERMAN, N.G. (2003): "Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues", *Science Education*, 87(3), 352-377.

91

BELL, R.L., LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK, F., McCOMAS, W.F. y MATTHEWS, M.R. (2001): "The Nature of Science and the Science Education: A Bibliography", *Science & Education*, 10(1-2), 187-204.

CAJAS, F. (2001): "The Science/Technology Interaction: Implications for Science Literacy", *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 715-729.

DEPARTMENT FOR EDUCATION AND EMPLOYMENT (1999): *Science in the National Curriculum*, London, HMSO.

DE PRO, A. (1995): "¿Formación de profesor de Secundaria vs. profesor-tutor de prácticas de Secundaria?", en L. Blanco y V. Mellado (eds.) *La formación del profesorado de ciencias y matemáticas en España y Portugal*, pp. 375-397, Badajoz, Diputación Provincial.

DÉSAUTELS, J. y LAROCHELLE, M. (2003): "Educación científica: el regreso del ciudadano y de la ciudadana", *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 3-20.

DE VRIES, M.J. (1996): "Technology Education: Beyond the 'Technology is Applied Science' Paradigm", *Journal of Technology Education*, 8(1), 7-15.

DRIVER, R., LEACH, J., MILLAR, R. y SCOTT, P. (1996): *Young People's Images of Science*, Buckingham, UK, Open University Press.

ECHEVERRÍA, J. (2003): *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica.

EFLIN, J.T., GLENNAN, S. y REISCH, R. (1999): "The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science", *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 107-116.

FELSKE, D.D., CHIAPPETTA, E. y KEMPER, J. (2001): "A Historical Examination of the Nature of Science and its Consensus in Benchmarks and Standards", *Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. St. Louis, MO.

FENSHAM, P.J. y GARDNER, P.L. (1994): "Technology education and science education: A new relationship?", en D. Layton (ed.), *Innovations in science and technology education*, Vol. V, pp. 159-170. París, UNESCO.

FERNÁNDEZ, I. (2000): *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica. Una propuesta de transformación*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universidad de Valencia, España.

92 FERNÁNDEZ, I., GIL, D., VILCHES, A., VALDÉS, P., CACHAPUZ, A., PRAIA, J. y SALINAS, J. (2003): "El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia", *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

FERNÁNDEZ, I., GIL-PÉREZ, D., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2005): "¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos?", en D. Gil-Pérez, B. Macedo, J. Martínez-Torregrosa, C. Sifredo, P. Valdés y A. Vilches (Eds.): *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*, pp. 29-62. Santiago, Chile, OREALC/UNESCO.

GARDNER, P.L. (1997): "The roots of technology and science: a philosophical and historical view", *International Journal of Technology and Design Education*, 7(1-2), 13-20.

\_\_\_\_\_, P. L. (1995): "The relationship between technology and science: Some historical and philosophical reflections", Part 2. *International Journal of Technology and Design Education* 5(1), 1-33.

\_\_\_\_\_, P.L. (1994a): "Representations of the relationship between science and technology in the curriculum", *Studies in Science Education*, 24, 1-28.

\_\_\_\_\_, P.L. (1994b): "The relationship between technology and science: Some historical and philosophical reflections", Part 1. *International Journal of Technology and Design Education*, 4(2), 123-154.

\_\_\_\_\_, P.L. (1990): "The technology-science relationship: Some curriculum implications", *Research in Science Education*, 20, 124-133.

GILBERT, J.K. (1995): "Educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo", *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 15-24.

\_\_\_\_\_, J.K. (1992): "The interface between science education and technology education", *International Journal of Science Education*, 14(5), 563-578.

HACKING, I. (1983): *Representing and Intervening*, Cambridge, MA, Cambridge University Press.

ITEA(2000): *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: International Technology Education Association. Disponible en: <http://www.iteawww.org/TAA/PDFs/xstnd.pdf>.

KLINE, S.J. (1985): "What is technology?", *Bulletin of Science, Technology, and Society*, 5(3), 215-218.

LATOUR, B. (1987): *Science in Action. How to follow scientists and engineers through society*, Milton Keynes, Open University Press.

93

LEDERMAN, N.G. (1992): "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research", *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.

LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R.F., SCHWARTZ, R.F. y AKERSON, V.L. (2001): "Assessing the Un-assessable: Views of Nature of Science Questionnaire", *Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, St. Louis, MO.

LEDERMAN, N.G., ABD-EL-KHALICK F., BELL, R.L. y SCHWARTZ, R.S. (2002): "Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science", *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 551-581.

LEDERMAN, N.G., SCHWARTZ, R.F., ABD-EL-KHALICK, F. y BELL, R.F. (2001): "Pre-service teachers' understanding and teaching of the nature of science: An intervention stud", *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 1(2), 135-160.

MAIZTEGUI, A., ACEVEDO, J.A., CAAMAÑO, A., CACHAPUZ, A., CAÑAL, P., CARVALHO, A.M.P., DEL CARMEN, L., DUMAS CARRÉ, A., GARRITZ, A., GIL, D.,

GONZÁLEZ, E., GRAS-MARTÍ, A., GUIASOLA, J., LÓPEZ-CEREZO J.A., MACEDO, B., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., MORENO, A., PRAIA, J., RUEDA, C., TRICÁRICO, H., VALDÉS, P. y VILCHES, A. (2002): "Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada", *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 129-155. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/rie28a05.PDF>.

MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (2000): "Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia", *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, 187-208.

MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. (2002): "Las concepciones de estudiantes y profesores de ciencia, tecnología y su relación: Consecuencias para la educación", *Revista de Ciencias de la Educación*, 191, 315-343.

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

MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2002): "Opiniones de los jóvenes sobre la influencia de la ciencia en la cultura", *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 16, 33-55. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo17.htm>.

94 MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2003): *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*, Princeton, NJ, Educational Testing Service. Disponible en: <http://www.ets.org/testcoll/>.

MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2004a): "Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos", *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.

MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2004b): "Evidences for consensus on the nature of science issues", en R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (eds.): *Science and Technology Education for a Diverse World - dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE), XIth Symposium Proceeding, pp. 167-168, Lublin, Poland, Marie Curie-Sklodowska University Press.

MARTÍN-GORDILLO, M. (2005): "Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS sobre investigación biomédica", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 38-55. Disponible en: <http://www.apac-eureka.org/revista/Larevista.htm>.

\_\_\_\_\_, M. (2003): "Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias", *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>

MARTÍN-GORDILLO, M. y GONZÁLEZ-GALBARTE, J.C. (2002): "Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS", *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 17-59. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/rie28a01.PDF>.

MARTÍN-GORDILLO, M. y OSORIO, C. (2003): "Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica", *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165-210. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/rie32a08.PDF>.

MARTINS, I.P. (2003): "Formação inicial de Professores de Física e Química sobre a Tecnologia e suas relações sócio-científica", *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

MATKINS, J.J., BELL, R., IRVING, K. y McNALL, R. (2002): "Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science", en P.A. Rubba, J.A. Rye, W.J. Di Biase y B.A. Crawford (eds.) *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, pp. 456-481, Pensacola, FL: AETS. Disponible en: [http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/f2\\_matkins\\_bell\\_irving\\_m.rtf](http://www.ed.psu.edu/CI/Journals/2002aets/f2_matkins_bell_irving_m.rtf).

MATTHEWS, M.R. (1998a): "In Defense of Modest Goals When Teaching about the Nature of Science", *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 161-174.

\_\_\_\_\_, M.R. (1998b): "The Nature of Science and Science Teaching", en B.J. Fraser y K.G. Tobin (eds.) *International Handbook of Science Education*, pp. 981-999, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

McCOMAS W.F., CLOUGH, M.P. y ALMAZROA, H. (1998): "The Role And Character of The Nature of Science in Science Education", en W.F. McComas (ed.) *The Nature Of Science In Science Education. Rationales and Strategies*, pp. 3-39, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

MCCOMAS, W.F. y OLSON, J.K. (1998): "The nature of science in international science education standards documents", en W.F. McComas (ed.) *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, pp. 41-52, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

MELLADO, V. (1997): "Preservice Teachers' Classroom Practice and Their Conceptions of the Nature of Science", *Science & Education*, 6(4), 331-354.

\_\_\_\_\_, V. (1996): "Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria", *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.

MILLAR, R. y OSBORNE, J., [eds] (1998): *Beyond 2000. Science education for the future*, London, King's College.

MOSS, D.M., ABRAMS, E.D. y ROBB, J. (2001): "Examining student conceptions of the nature of science", *International Journal of Science Education*, 23(8), 771-790.

NIINILUOTO, I. (1997): "Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?", *Arbor*, 620, 285-299.

NRC (1996): *National Science Education Standards*, Washington DC, National Academic Press.

NSTA (1993): *Scope, sequence, and coordination of secondary school science: The content core*. Washington DC, National Science Teachers Association.

\_\_\_\_\_ (1991): *Science/Technology/Society: A new effort for providing appropriate science for all*. Washington DC, National Science Teachers Association.

OEI (2001): *Memoria de la programación 1999-2000*, pp. 121-134, Madrid, Organización de Estados Iberoamericanos. Disponible en: <http://www.oei.es>.

OSBORNE, J., COLLINS, S., RATCLIFFE, M., MILLAR, R. y DUSCHL, R. (2003): "What 'Ideas-about-Science' Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community", *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.

OSBORNE, J., RATCLIFFE, M., COLLINS, S., MILLAR, R. y DUSCHL, R. (2001): "What should we teach about science: A Delphi Study", *Evidence-based Practice in Science Education (EPSE) Report*, School of Education, King's College, London. Disponible en: <http://www.york.ac.uk/depts/educ/projs/DelphiReport>.

PACEY, A. (1999): *Meaning in Technology*, Cambridge MA, MIT Press.

PACEY, A. (1983): *The Culture of Technology*, Cambridge MA, MIT Press.

POMEROY, D. (1993): "Implications of teachers'beliefs about the nature of science: comparison of the beliefs of scientist, secondary science teachers and elementary teachers", *Science Education*, 77(3), 261-278.

REID, D.J. y HODSON, D. (1989): *Science for all*, London, Cassell. Traducción española de M.J. Martín-Díaz y L.A. García-Lucía (1993): *Ciencia para todos en Secundaria*, Madrid, Narcea.

ROSENTHAL, D.B. (1989): "Two approaches to Science-Technology-Society (S-T-S) Education", *Science Education*, 73(5), 581-589.

RUBBA, P.A. y HARKNESS, W.L. (1993): "Examination of Preservice and In-Service Secondary Science teachers'beliefs about Science-Technology-Society interactions", *Science Education*, 77(4), 407-431.

RUBBA, P.A., SCHONEWEG, C.S. y HARKNESS, W.J. (1996): "A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument", *International Journal of Science Education*, 18(4), 387-400.

RYAN, A.G. y AIKENHEAD, G.S. (1992): "Students' preconceptions about the epistemology of Science", *Science Education*, 76(6), 559-580.

SCHWARTZ, R.S. y LEDERMAN, N.G. (2002): "It's the nature of the beast': The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science", *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.

SANTOS, M.E. (1999): *Desafios pedagógicos para o século XXI. Suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social*, Lisboa, Livros Horizonte.

SEROGLOU, F. y KOUMARAS, P. (2001): "The contribution of the history of physics in physics education", *Science & Education*, 10(1-2), 153-172.

SOLBES, J. (2003): "Las complejas relaciones entre ciencia y tecnología", *Alambique*, 38, 8-20.

SOLOMON, J. (1991): "Teaching about the nature of science in the British National Curriculum", *Science Education*, 75(1), 95-104.

SPECTOR, B., STRONG, P. y LAPORTA, T. (1998): "Teaching the nature of science as an element of science, technology and society", en W.F. McComas. (ed) *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, pp. 267-276, Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.

UNESCO (1994): "Science and Technology 2000+ Education for all", *The Project 2000+ Declaration*, París, UNESCO.

UNESCO-ICSU (1999a): "Declaración de Budapest sobre la Ciencia y el uso del saber científico", *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*, Budapest (Hungría), 26 junio - 1 julio. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestdec.htm>.

\_\_\_\_\_ (1999b): "Proyecto de programa en pro de la ciencia: Marco general de acción", *Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*, Budapest (Hungría), 26 junio - 1 julio. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/budapestmarco.htm>.

VALDÉS, P., VALDÉS, R., GUIASOLA, J. y SANTOS, T. (2002): "Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica", *Revista Iberoamericana de Educación*, 28, 101-128. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/rie28a04.PDF>.

VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J.A. y MANASSERO, M.A. (2005a): "Más allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística", *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2). Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

\_\_\_\_\_, A.; \_\_\_\_\_, J.A. y \_\_\_\_\_, M.A. (2005b): "The dark side of the nature of science: empirical consensus about naïve ideas on science", *5th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science*, Barcelona, España, agosto-septiembre.

\_\_\_\_\_, A.; \_\_\_\_\_, J.A. y \_\_\_\_\_, M.A. (2004): "Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza", *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica De los Lectores. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>.

\_\_\_\_\_, A.; \_\_\_\_\_, J.A. y \_\_\_\_\_, M.A. (2000): "Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la ciencia mediante el Cuestionario de Opiniones CTS", en I.P. Martins (coord.) *O Movimento CTS na Península Ibérica. Seminário Ibérico sobre Ciência- Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências experimentais*, pp. 219-230, Aveiro, Universidade de Aveiro. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo6.htm>.

98 VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J.A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2005): "Consensos sobre la naturaleza de la ciencia para la enseñanza de las ciencias", *VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias: Educación científica para la ciudadanía*, Granada, septiembre.

\_\_\_\_\_, A., \_\_\_\_\_, J.A., \_\_\_\_\_, M.A. y \_\_\_\_\_, P. (2004): "Hacia un consenso sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias", en I.P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (org.) *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*, pp. 129-132, Aveiro, Portugal, Universidade de Aveiro.

\_\_\_\_\_, A., \_\_\_\_\_, J.A., \_\_\_\_\_, M.A. y \_\_\_\_\_, P. (2001): "Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia", *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm>.

VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (1999a): "Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes", *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 377-395.

\_\_\_\_\_, A. y \_\_\_\_\_, M.A. (1999b): "Response and scoring models for the 'Views on Science-Technology-Society' Instrument", *International Journal of Science Education*, 21(3), 231-247.

\_\_\_\_\_, A. y \_\_\_\_\_, M.A. (1998): *Actituds de l'alumnat relacionades amb la ciència, la tecnologia y la societat*, Palma de Mallorca, Conselleria d'Educació, Cultura i Esports.

\_\_\_\_\_, A. y \_\_\_\_\_, M.A. (1997): "Actitudes y valores relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad en alumnado y profesorado. Implicaciones para la educación de las actitudes", *Memoria de investigación*, Madrid, MEC.

\_\_\_\_\_, A. y \_\_\_\_\_, M.A. (1996): "Factores determinantes de las actitudes relacionadas con la ciencia", *Revista Española de Pedagogía*, 203, 43-78.

\_\_\_\_\_, A. y \_\_\_\_\_, M.A. (1995): "Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual", *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 337-346.

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, J.A. (2005): "Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: escalamiento de ítems", *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7(1). Disponible en: <http://redie.uabc.mx/vol7no1/contenido-vazquez.html>.

ZIMAN, J. (1976): *The force of knowledge. The scientific dimension of society*, Cambridge, Cambridge University Press. Traducción de I. Cabrera (1980): *La fuerza del conocimiento. La dimensión científica de la sociedad*, Madrid, Alianza.



## Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade

Rui Marques Vieira  (rvieira@dte.ua.pt)

Isabel P. Martins  (imartins@dte.ua.pt)

Centro de Investigação em Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores \  
Universidade de Aveiro, Portugal

A formação de professores é assumida como central na concretização de mudanças e reformas na educação, embora existam várias perspectivas de como concretizá-la. No caso da educação CTS parece particularmente relevante partir das concepções dos professores sobre as interligações CTS para desenhar programas de formação mais eficazes. Neste trabalho relata-se a evolução ocorrida em quatro professoras principiantes, do ensino básico português, no que respeita às concepções sobre CTS, recorrendo ao questionário VOSTS, seguido de entrevista individual para aprofundamento da compreensão sobre as suas ideias. Após o programa de formação as ideias iniciais evoluíram favoravelmente para posições mais consentâneas com a nova didáctica das ciências, o que se considera muito importante para poderem concretizar transposições didácticas adequadas aos alunos. Com efeito, sabe-se que as representações sobre ciência e tecnologia se constroem desde cedo e como é importante o papel dos professores nessa construção por parte dos alunos.

101

**Palavra-chave:** formação de professores, concepções de professores, inter-relações CTS, educação CTS e ensino das ciências.

*Teacher education is regarded as having a central position in the accomplishment of educational changes and reforms, despite the different perspectives of how to improve it. In the case of STS education it seems particularly relevant to start from the teacher conceptions about STS inter-relations in order to conceptualize teacher education programmes. In this study we describe the evolution experienced by four beginning teachers of the basic Portuguese level concerning their STS conceptions. The data were collected through the VOSTS questionnaire followed by an individual interview for a deep understanding. After the teacher education programme the initial ideas developed to more adequate positions regarding the conceptual framework of actual didactics of science. This evolution seems favourable to promote adequate didactic transfer to the students. In fact, it is known that science and technology representations are conceptualized very early and that teachers have an important role in the student conceptualizations.*

**Key-words:** teacher education, teacher conceptions, STS inter-relations, STS education and science teaching.

## Introdução

Desde a II Guerra Mundial que se assiste em praticamente todos os países ocidentais a mudanças e reformas na educação, particularmente no domínio das Ciências. No começo deste milénio, fruto de movimentos de reformas iniciados nos anos 90, a literacia ou alfabetização científica tem-se destacado como uma das grandes finalidades, embora para muitos autores (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000a), a preparação de estudantes cientificamente literados tenha sido sempre uma meta da educação em Ciências. No entanto, muitos dos esforços de reforma do passado não foram bem sucedidos (Driel, Beijaard e Verloop, 2001), em parte por não terem em conta as concepções / conhecimento prévio dos professores. Este reconhecimento serviu de impulso a que a investigação tenha passado a dar especial atenção às concepções dos professores acerca da natureza da Ciência, do seu ensino e da sua aprendizagem, isto é, da articulação entre a teoria e a prática (Paixão, 1998).

Contudo, a investigação em Didáctica das Ciências Experimentais tem-se ocupado relativamente pouco da avaliação de crenças e atitudes sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade [CTS] (Acevedo-Díaz et al, 2001), apesar da importância destas, em particular de alunos e professores, sobretudo tendo em consideração posições construtivistas do ensino e da aprendizagem das Ciências. Defendendo-se uma educação em Ciências com orientação CTS, pretende-se conhecer as concepções de professores sobre a natureza da Ciência (numa perspectiva de interligação Ciência-Tecnologia-Sociedade), pois tal conhecimento parece ser fundamental para desenvolver programas de formação inicial e continuada de professores.

102

## Desenvolvimento do Tema / Revisão Teórica

Estudos em Didáctica das Ciências têm evidenciado que os professores, onde se incluem os portugueses (Thomaz, Cruz, Martins e Cachapuz, 1996), possuem concepções inadequadas acerca da natureza da Ciência, por confrontação com concepções contemporâneas do empreendimento científico (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000a e 2000b; Lederman, 1992 e 1999; Rubba e Harkness, 1993). A imagem de Ciência e da comunidade científica é apresentada como desligada dos problemas reais do mundo, demasiado tecnicista, especializada e elitista, só acessível a privilegiados detentores do saber, existindo um desconhecimento das interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (Solsona-Pairó, 1999).

Diversas razões têm sido apontadas como o ensino formal, os manuais escolares, os media e os professores que, de um modo geral, veiculam concepções sobre a natureza da Ciência, como as que Acevedo-Díaz e outros (2002), Fernández, Gil-Pérez, Valdés e Vilches (2005), Martínez-Álvarez (2001), Paixão (1998) e Santos (1999) destacam:

- i. as Ciências estudam um mundo que se supõe real, objectivo e neutro, onde as verdades o são independentemente do que cada um pensa e existe somente

uma descrição adequada de cada aspecto do mundo (realismo ingénuo) baseada na observação e na experimentação; omite-se, por norma, o enfoque sistémico, dinâmico e interdisciplinar do conhecimento;

ii. existe uma clara diferenciação entre as teorias científicas (expressas na ideia da neutralidade ideológica) e outros saberes (cientificidade); a Ciência é um conjunto de verdades fechadas anónimas e a-históricas, acima de ideologias às quais a criança deve ter acesso, em que é primordial a ideia de que o princípio, a lei, o conceito ou a teoria fazem parte ou são cópia da realidade e que foram sistematicamente desenvolvidos em laboratório de “Ciência Pura”; a verificação das teorias faz-se deduzindo as referências de observações dos postulados teóricos;

iii. o progresso científico é baseado no que é conhecido, sendo cumulativo e construindo-se assim uma verdade cada vez mais completa (exageradamente formal e racional); os conceitos científicos têm significados “acordados” que correspondem à “realidade das coisas”;

iv. a existência de uma diferença essencial entre a observação e os enunciados teóricos, menosprezando-se o conhecimento empírico-quotidiano fruto da experiência imediata;

v. a descoberta de uma lei científica pode fazer-se por casualidade (ou por génio), mas deve seguir as regras do “método científico” que não deve contaminar-se de “factores extra-epistémicos” por não tomar a Ciência como uma empresa social complexa;

vi. o mito da Ciência benfeitora em que ciência e tecnologia é igual a progresso económico e, portanto, igual a progresso social;

vii. visão limitada (não cultural) da Tecnologia compreendida como ciência aplicada relativa a artefactos materiais, equipamentos, ferramentas, produtos úteis;

viii. a atitude tecnocrática em que o critério (autoritário) do especialista se sobrepõe a outras visões na tomada de decisões.

Perante este cenário, têm sido levados a cabo esforços para promover concepções dos professores sobre CTS, de modo a proporcionar-lhes a desejada compreensão da natureza da Ciência. Por exemplo, entre outros aspectos, Solbes e Vilches (2000) têm procurado inserir em materiais curriculares, com vista a uma compreensão pública da Ciência, aspectos como: (a) extrair da história problemas relevantes; mostrar a existência de grandes crises no desenvolvimento da Física e da Química; mostrar o carácter hipotético e indutivo da Ciência, as limitações das teorias, problemas pendentes de solução; (b) evidenciar a natureza colectiva e controversa da investigação científica para contrariar a ideia da Ciência feita basicamente por génios, na sua maioria homens; (c) apresentar grandes problemas que hipotecam o futuro da humanidade (crescimento da população, contaminação ambiental, esgotamento dos recursos, degradação dos ecossistemas, violência, fome, doenças) e medidas a tomar; (d) apresentar exemplos de atitudes de responsabilidade social de cientistas e técnicos (por exemplo, as de Einstein e Pauling) e como o uso irracional da Ciência na Guerra Fria colocava em perigo a paz entre as nações ou, na actualidade, o resultado de investigações que têm manifestado, pese embora a oposição de muitas empresas, que a radioactividade é prejudicial, que o tabaco e

outros produtos são cancerígenos; e (e) mostrar a contribuição da Ciência no desenvolvimento geral da humanidade e de uma concepção do mundo baseada na racionalidade e no pensamento crítico contra todos os tipos de fundamentalismos (como o racismo) e de ideias pseudo-científicas (como a astrologia).

Estes esforços têm sido guiados por duas assunções: as concepções dos professores reflectem-se nas práticas de sala de aula e as concepções dos professores estão fortemente relacionadas com as concepções dos alunos. Em todo o caso, os estudos que tentaram examinar estas assunções fornecem resultados discordantes. No que se refere à primeira assunção, existem estudos que sugerem uma possível ligação entre as concepções dos professores acerca do conhecimento científico e as suas práticas de sala de aula (Brickhouse, 1990), ou que as concepções dos professores afectam substancialmente as acções relativas à planificação, ao ensino e à avaliação dos alunos (Keys e Bryan, 2001); outros estudos indicam que as concepções dos professores não influenciam necessariamente as práticas de sala de aula (Lederman, 1999). Quanto à segunda assunção, apesar dos vários estudos revistos por Rubba e Harkness (1993) indicarem que os comportamentos dos professores são os que mais contribuem para as concepções dos alunos, o conjunto de estudos acerca da interligação entre estas variáveis é ainda escasso (Hewson, Kerby e Cook, 1995), “esta assunção não é suportada pela literatura empírica” (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000b, p. 1059), ou “por paradoxal que possa parecer, existe evidência acerca dos efeitos positivos do currículo e dos programas sobre as concepções dos estudantes, ao mesmo tempo que existem estudos que não sugerem a existência de qualquer tipo de efeito positivo” (Canavarro, 2000, p. 27).

104

De qualquer modo, estas relações (ou a sua ausência) entre as concepções dos professores, as suas práticas e as concepções dos alunos sobre CTS não são semelhantes para todos os professores, mesmo quando ensinam o mesmo currículo. Por exemplo, os professores principiantes (três primeiros anos de carreira) muitas vezes parecem experienciar conflitos entre as suas crenças pessoais sobre a natureza da Ciência e o seu ensino e as suas práticas de sala de aula (Driel et al., 2001). Além disso, estes investigadores referem ainda que os professores experientes tendem a desenvolver uma estrutura (*framework*) conceptual na qual o conhecimento e as crenças sobre a Ciência, os conteúdos específicos, o ensino e a aprendizagem são integrados de uma maneira coerente com tal estrutura.

Mas, também aqui, os resultados não são consistentes. Por exemplo, Cornett, Yotis e Terwilliger (1990), com os variados dados recolhidos, inferiram que as concepções do professor principiante guiam as suas práticas.

Os professores, de um modo geral, possuem, pois, concepções inadequadas, nomeadamente sobre CTS, e estas podem (implícita ou explicitamente) reflectir-se nas suas práticas e nas concepções desenvolvidas pelos alunos. Tal parece ser, apesar também da inconsistência dos resultados, mais vincado quando se trata de professores principiantes.

Em qualquer dos casos, a urgência passa por alterar estas concepções por meio de processos formativos (Canavarro, 2000; Magalhães, 2005). Se se pretende melhorar o ensino das Ciências e este está (em maior ou menor grau) relacionado com as concepções do professor sobre a natureza da Ciência, então a investigação sobre o seu pensamento é necessária para informar sobre as metas e as práticas de programas de desenvolvimento profissional e de certificação de professores de Ciências (Hewson et al., 1995). É, pois, importante desenvolver programas de formação de professores de Ciências (inicial e continuada) que incluam uma prévia caracterização das concepções dos professores sobre a natureza da Ciência e se foquem directamente na promoção da capacidade dos professores para traduzirem uma compreensão adequada para as suas práticas (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000a; Lederman, 1999; Rubba e Harkness, 1993; Magalhães, 2005).

No caso particular de professores principiantes, da revisão de literatura realizada ressalta a escassez de estudos com estes professores e a quase inexistência de programa de formação específicos. Talvez porque a concepção, produção, implementação e avaliação de programas de formação continuada para professores, nomeadamente principiantes, seja complexo e exija grandes investimentos, em particular, pelo número reduzido de indivíduos que cada programa de formação pode comportar.

### **Metodologia - Desenho do Programa de Formação**

A questão a que se pretende dar resposta neste estudo é: será possível através de um Programa de Formação [PF] para uma educação em Ciências com orientação CTS contribuir para que professores(as) principiantes do Ensino Básico (re)construam as suas concepções acerca de Ciência-Tecnologia-Sociedade?

A revisão de literatura realizada não nos permitiu conhecer qualquer PF com esta intenção pelo que se optou por conceber, implementar e avaliar um, destinado a quatro professoras principiantes (três no início do seu segundo ano de serviço e uma a iniciar a sua carreira profissional) do 1º e 2º ciclos do Ensino Básico português (alunos de 6 a 12 anos). As jovens professoras (PC A, B, C e D) tinham todas a mesma formação inicial (quatro anos, na mesma instituição de ensino superior) e estavam (em 2000/2001) a trabalhar na mesma escola básica integrada (1º ao 9º ano), embora com anos de escolaridade diferentes na área das ciências: PC A leccionava no 2º e 3º anos (7-8 anos); PC B leccionava no 1º e 4º anos (6 e 9 anos, respectivamente); PC C leccionava no 5º ano (10 anos); PC D leccionava no 6º ano (11 anos).

Decorrente das posições sobre as temáticas que enquadram e fundamentam um programa de formação de professores com orientação CTS, o PF foi organizado em cinco fases: (1) levantamento das concepções das Professoras Colaboradoras [PC's] sobre CTS; (2) sensibilização das professoras para a importância das finalidades da educação em Ciências, em particular a relativa à educação CTS; (3) (re)construção de conhecimentos sobre a natureza da educação CTS; (4) definição de uma

metodologia para a construção de materiais curriculares de orientação CTS; (5) construção pelas professoras dos recursos didácticos.

Tendo em conta a natureza do programa de formação (com fases de exigências diferenciadas), pretendeu-se privilegiar as seguintes estratégias: a reflexão crítica com problematização dos saberes das professoras, o debate, a discussão, o trabalho de grupo e o trabalho em diáde. Neste último caso pretendeu-se potenciar a (re)construção de concepções a partir de saberes e experiências anteriores e de práticas didáctico-pedagógicas mais próximas.

Para a realização das várias actividades integradas nas diferentes fases do programa de formação, houve necessidade de tomar como referência alguns documentos legais e curriculares em vigor: Lei de Bases do Sistema Educativo, o Currículo Nacional do Ensino Básico, os programas das disciplinas de Ciências do Ensino Básico. Usaram-se também livros e artigos publicados em revistas da especialidade sobre a temática CTS.

O formador (o primeiro autor deste artigo), de um ponto de vista global, desempenhou um papel de mentor, agente de mudança, facilitador, motivador e incentivador da participação responsável de todas as professoras colaboradoras no processo formativo, particularmente nas sessões de formação / trabalho, as quais ocorreram maioritariamente na própria escola das professoras todas as semanas lectivas de 2000/2001 com uma duração média de duas horas (total 64 horas). Consoante os momentos em causa, o formador informou, questionou e apoiou, colaborativamente, a (re)construção de concepções e práticas didáctico-pedagógicas. Recorreu-se à triangulação de técnicas e instrumentos variados para a avaliação do PF, em particular usou-se um questionário e entrevistas. No primeiro caso utilizou-se o "Views on Science-Technology-Society" [VOSTS], na sua versão abreviada e previamente adaptada para Portugal por Canavarro (2000). Esta versão possui 19 itens os quais permitem avaliar os tópicos apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1**  
**Itens (com referência aos códigos originais) e Respectivos Tópicos da Versão Portuguesa do VOSTS**

Item	Código Original	Tópico
1	10111	Definição de Ciência
2	10211	Definição de Tecnologia
3	10421	Ciência e Tecnologia e qualidade de vida
4 e 5	20121 e 20141	Controlo político e governamental da Ciência
6	20211	Controlo da Ciência pelo sector privado
7	20611	Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência
8	40217	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para decisões sociais
9 e 10	40311 e 40321	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para a criação de problemas sociais e investimento em C&T versus investimento social
11	40411	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para a resolução de problemas sociais
12	40531	Contribuição da Ciência e da Tecnologia para o bem-estar económico
13	60311	Ideologias e crenças religiosas dos cientistas
14	60411	Vida social dos cientistas
15	60611	“Efeito do género” nas carreiras científicas
16	70212	Tomada de decisão sobre questões científicas
17	80111	Tomada de decisão sobre questões tecnológicas
18	80211	Controlo público da Tecnologia
19	90211	Natureza dos modelos científicos

107

O autor desta versão portuguesa propõe também um esquema de classificação das respostas do VOSTS por três categorias: (i) realista ou adequada - uma escolha que expressa uma concepção apropriada da Ciência; (ii) aceitável - uma escolha parcialmente legítima, com alguns méritos mas não totalmente adequada; e (iii) ingénua - uma escolha inapropriada.

No presente estudo utilizou-se a versão portuguesa do VOSTS, no início e no fim do PF, para identificar as concepções sobre CTS das quatro professoras principiantes. Recorrendo ao mesmo sistema categorial, a análise das respostas ao questionário de cada uma das professoras foi seguida de uma entrevista individual para aprofundamento das suas ideias, em particular as de tipo “ingénua”. Este procedimento, praticado por outros autores (por exemplo, Aikenhead, Fleming e Ryan, 1987; Lerderman, 1992), apresenta-se como muito adequado para clarificar posições inferidas a partir de questionários.

As entrevistas individuais semi-estruturadas proporcionaram oportunidade às quatro professoras para descreverem as suas ideias sobre CTS e explicitarem o sentido das suas respostas ao questionário VOSTS, e a sua análise permitiu aos investigadores aprofundar a compreensão das ideias das professoras envolvidas, bem como da evolução havida.

Tratou-se, portanto, de um estudo de natureza qualitativa, fundamentado epistemologicamente numa perspectiva hermenêutica e interpretativa. Assim, a análise de conteúdo assumiu-se como técnica indispensável no tratamento dos dados recolhidos nos quatro casos em estudo. Nesta análise foram identificados os padrões e as regularidades a partir dos quais se estabeleceram as categorias correspondentes. Por confrontação destas categorias estabeleceram-se as conclusões.

## Resultados

A apresentação dos resultados relativos às concepções sobre CTS de cada professora colaboradora será realizada tendo em conta os dois momentos de aplicação do questionário VOSTS, no início do programa de formação e no seu final.

### Início do Programa de Formação

#### • Professora-Colaboradora A

Esta professora evidenciou seis respostas realistas, seis aceitáveis e sete ingénuas. Estas últimas foram exploradas na entrevista que se seguiu.

Assim, na questão sobre “Ciência e Tecnologia e qualidade de vida” surgiram as definições de Ciência e Tecnologia que reflectem concepções ingénuas como se infere do excerto recolhido na primeira entrevista:

P41 - [...] . . . . na Tecnologia, em termos de máquinas e computadores e tudo isso, consegue-se fazer descobertas. Por exemplo, a . . . a relativa a . . . .

E42 - por exemplo o microscópio poderá ser um desses instrumentos?

P42 - pensei nesse em primeiro mas não tinha a certeza . como é que faziam investigação para conhecer um pouco mais do nosso corpo . como funciona se não tivesse sido a Tecnologia a descobrir o microscópio . digo eu não é! acho que tudo parte daí porque os cientistas avançam mas têm de ter material . e acho que quem prepara o material é a Tecnologia [...]

P46 - ahm eu acho que é a Ciência que ajuda a descobrir tudo . não é?

E47 - essas são ideias que vamos trabalhar mais tarde . agora só quero perceber o seu ponto de vista

P47 - eu acho que a Ciência é um ponto de partida e a Tecnologia põe em prática aquilo que a Ciência descobre . digo eu . é assim que penso .

Neste episódio destacam-se quatro aspectos. O primeiro tem a ver com a definição de Ciência. A professora A considera que “é a Ciência que ajuda a descobrir tudo”, “é um ponto de partida” e “faz descobertas boas para a saúde”. O segundo relaciona-se com a sua definição de Tecnologia. Esta “põe em prática aquilo que a Ciência descobre”, é “quem prepara o material [para a Ciência]” e é encarada “em termos de máquinas e computadores e tudo isso” com os quais se conseguem “fazer descobertas”. Em terceiro, a Ciência e a Tecnologia são concebidas de modo interligado, pois a Ciência depende da Tecnologia e vice-versa; a este nível, por exemplo, diz que “se não tivesse sido a Tecnologia a descobrir o microscópio a Ciência não teria avançado”. Quarto, a resposta ingénua ao item 3 é alterada para outra igualmente ingénua “O investimento na investigação científica conduz à melhoria da qualidade de vida (p. ex., curas médicas, combate à poluição). A investigação tecnológica, por outro lado, conduz à deterioração da qualidade de vida (p. ex., bombas atómicas, poluição, automação)”.

Estes aspectos indiciam que, apesar da resposta ao item 1 - definição de Ciência - ser aceitável e ao item 2 - definição de Tecnologia - ser realista, a professora A revela, na entrevista, concepções ingénuas de Ciência e de Tecnologia. Do mesmo modo, ao considerar que o investimento na investigação científica conduz à melhoria da qualidade de vida, dado que “a Ciência faz descobertas boas para a saúde para o ambiente” revela concepções não consentâneas com visões contemporâneas do empreendimento científico.

Na resposta ingénua seguinte sobre a “Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência”, na entrevista mudou de perspectiva relativamente à posição evidenciada no questionário, pois passou a considerar que estes grupos exercem influência, embora “independentemente das pessoas se oporem as coisas fazem-se na mesma” (P51). Ora, tendo como referência o esquema de classificação das respostas do VOSTS esta resposta é igualmente ingénua.

109

Já na questão “Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia” passou a defender uma resposta realista - os cientistas não são capazes de prever todos os efeitos de novos desenvolvimentos, a longo prazo.

As duas concepções ingénuas seguintes evidenciadas têm a ver, por um lado, com as ideologias e crenças religiosas (item 13) e, por outro, com a vida social dos cientistas (item 14). Na entrevista estas concepções mantiveram-se. Sobre o primeiro destes tópicos, apresentou razões como: (i) os cientistas “não podem” ser afectados pelas suas crenças religiosas; (ii) “a própria teoria tem de ser . . . verificada experimentalmente” (P68); e (iii) “têm de ser imparciais . não se podem deixar influenciar . se estão a olhar de certo modo pela vida da humanidade não só pelo . . . mas por todos os seres vivos à face da terra . . .” (P73).

No item 14 começou por, após uma nova leitura, hesitar e mostrar poucas certezas. Depois, acabou por defender que “no âmbito profissional, os cientistas comportam-se de modo diferente dos outros indivíduos, mas isto não implica que não tenham

vida familiar ou social”. Esta resposta é ingénua dado que a vida familiar ou social de cada cientista depende de como cada um deles consegue (ou não) conciliar a profissão com a família e com a vida em sociedade.

É verosímil inferir que a professora A possui uma visão idealista de cientista ou, como é referido por vários investigadores, de realismo ingénuo. Isto quer quanto às suas ideologias e crenças religiosas, quer no que diz respeito à sua vida social. Da análise da entrevista perpassa uma diferença entre o “ser” e o “dever” sendo este último o que determina as concepções sobre os cientistas.

As últimas duas respostas ingénuas exploradas durante a entrevista são relativas à tomada de decisão sobre, primeiro, questões de Ciência (item 16) e, segundo, questões de Tecnologia (item 17). Em ambos os casos as ideias explicitadas na entrevista podem ser consideradas, predominantemente, como ingénuas, já que defende que os cientistas têm “que se basear em teorias científicas” (P87) e “a decisão de utilizar ou não uma nova tecnologia depende sobretudo da sua eficiência custo, utilidade e também dos efeitos que essa tecnologia terá em termos do emprego [...] porque algumas tecnologias são colocadas em prática antes de provarem a sua eficiência. Muitas vezes são aperfeiçoadas posteriormente”. Nestes dois itens a perspectiva revelada pela PC A evidencia um pendor positivista dado que as teorias científicas parecem estar acima de valores ou motivos pessoais, para assim os cientistas poderem basear-se nelas na tomada de decisão.

110

• **Professora-Colaboradora B**

A professora B evidenciou oito respostas realistas, cinco aceitáveis e seis ingénuas. Das ingénuas, à excepção da resposta ao item 13, todas as restantes cinco respostas tiveram como opção de escolha “Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista”.

Na entrevista, nas primeiras respostas ingénuas (item 5 e 6) começa por hesitar. Acaba, no entanto, por manter a sua opção de resposta ingénua: “Nenhuma das afirmações anteriores coincide com o meu ponto de vista”.

Na resposta ingénua seguinte (item 13) sobre as ideologias e crenças religiosas dos cientistas a PC B optou pela opção “As crenças religiosas dos cientistas não afectam o seu trabalho. As descobertas científicas são fundamentadas em teorias e em métodos experimentais. As crenças religiosas são exteriores à Ciência”. Convidada a explicitar, na entrevista, esta sua opção obtiveram-se as interacções documentadas no episódio seguinte:

E22 - \* agora no 60 311 - “As crenças religiosas do cientista não afectam o seu trabalho.”  
Gostaria que lesse

P22 - . . . . . acho que não . eu também sou uma pessoa religiosa e não sou afectada

E23 - portanto as crenças religiosas dos cientistas não afectam . . . não afectam o seu trabalho?

P23 - eu penso que sim [...]

P24 - [...] os cientistas não têm que se deixar afectar [no seu trabalho]

E25 - mas acha . e é a pergunta que lhe faço . que os cientistas não se deixam afectar pelas suas crenças religiosas?

P25 - eu penso que não . pelo menos não deviam.

Deste episódio é possível destacar três aspectos. Primeiro, a professora mantém uma concepção ingénua sobre as ideologias e crenças religiosas dos cientistas. Segundo, parte da sua experiência pessoal, afirmando que também é “uma pessoa religiosa e não [é] afectada” no seu trabalho. Terceiro, estabelece uma diferença entre o “ser” e o “dever”, pois os cientistas “pelo menos não deviam” ser afectados pelas suas crenças religiosas.

Tendo em conta estas respostas pode inferir-se que a PC B possui uma visão idealista de cientista. Este parece ser, de acordo com esta professora, imune às ideologias e crenças religiosas bem como ao controlo político e do sector privado.

As três concepções ingénuas seguintes evidenciadas pela professora B na resposta ao questionário VOSTS tiveram também, tal como as duas primeiras, a mesma resposta, a qual corresponde à última opção de resposta. Os tópicos destes três itens têm a ver, respectivamente, com o efeito do género nas carreiras científicas (item 15), com a tomada de decisão sobre questões tecnológicas (item 17) e com a natureza dos modelos científicos (item 19). Na entrevista estas respostas, ao contrário das três primeiras respostas ingénuas, foram alteradas para respostas mais aceitáveis e até realistas.

111

Por exemplo, no item 17, após uma nova leitura, a PC B confessa que estava para escolher a opção B que refere que a decisão de utilizar uma nova tecnologia “depende de muitas coisas como: custo, eficiência, utilidade e também dos efeitos que essa Tecnologia terá em termos do emprego”. Não o fez por não ter percebido a última parte da afirmação. Mas, na entrevista, acaba por preferir esta opção, considerada aceitável.

No final da entrevista foi pedido à professora que clarificasse a sua definição de Ciência, de Tecnologia e a relação de ambas entre si e com a sociedade. O episódio que a seguir se apresenta ilustra as respostas dadas por esta professora.

E39 - mas afinal o que é a ciência? . e tecnologia?

P39 - a ciência é o conhecimento de factos . . . leis . enfim verdades sobre o mundo natural . no fundo sobre quase tudo . já a tecnologia é o que a ciência usa para chegar a esse conhecimento .

E40 - e a relação de ambas entre si e com a sociedade?

P40 - uma depende da outra . são praticamente um só e afectam a sociedade com as suas descobertas .

Neste episódio verifica-se que a Ciência é definida por esta professora como “o conhecimento de factos . . . leis . enfim verdades sobre o mundo natural . no fundo sobre quase tudo”. Por sua vez a Tecnologia “é o que a ciência usa para chegar a

esse conhecimento". Considera, também, que a Ciência e Tecnologia dependem uma da outra e "são praticamente um só e afectam a sociedade com as suas descobertas".

Estas respostas indiciam que a PC B revela concepções ingénuas de Ciência e de Tecnologia e da sua inter-relação. A Ciência aparece associada a conhecimentos de factos, leis e verdades sobre "quase tudo", a Tecnologia como aplicação da Ciência e ambas como um empreendimento único que afecta a sociedade - tecnociência. A ciência surge como exacta, objectiva e como um conjunto de verdades acima da influência de crenças e ideologias.

• **Professora-Colaboradora C**

Esta PC evidenciou nove respostas realistas, sete aceitáveis e três ingénuas.

No que diz respeito à sua primeira resposta ingénua (item 3) "Para melhorar a qualidade de vida das pessoas, é mais útil o investimento na investigação tecnológica do que na investigação científica", considerou a opção "E - Porque cada uma beneficia a sociedade à sua maneira. Por exemplo, a Ciência dá-nos avanços médicos e a Tecnologia traz consigo maior eficiência". Na entrevista, após nova leitura do item e das opções volta a escolher esta mesma opção e a concordar com parte da alternativa G, também ingénua, justificando:

112

P33 - [...] Ciência é um conhecimento que se tem . . . não é! e a Tecnologia é no fundo os meios técnicos . daí achar que não pode haver uma dissociação . porque para haver e como diz na E "ACiência dá-nos avanços médicos" . sem dúvida porque é o conhecimento real acerca de determinado assunto . . . ter de haver na parte Tecnológica os tais meios técnicos para . para fazer com que . como hei-de explicar . . . para fazer com que essa investigação científica vá no fundo . . . se obtenham resultados científicos . se se diz que . de facto acho que a ciência nos traz avanços médicos em determinados assuntos . a maioria das vezes utilizando os tais . técnicas tecnológicas . os tais instrumentos [...]

E35 - então acha que a Ciência é sempre feita por pessoas responsáveis e conscientes?

P35 - acho que sim . . . eu penso que sim!

E36 - e a Tecnologia?

P36 - também acho . [...]

P41 - [...] eles [os cientistas] lidam com coisas que . . . podem afectar as pessoas . . . como a bomba atómica . . . e agora com essa moda da manipulação genética . e isso pode ser bastante perigoso . não é! e nesse sentido eles não podem deixar-se influenciar pela sociedade . daí que neste sentido não se possam igualar aos outros cidadãos .

E42 - então [...] acha que os cientistas não são muito afectados pelas políticas sociais do seu próprio país?

P42 - afectados . afectados não . pela política sim . agora eu não os comparo aos outros cidadãos . embora eu . sinceramente aqui tenho uma série de dúvidas . [...]

E45 - por exemplo . acha que os governos podem decidir quais as áreas prioritárias de investigação e portanto serem estas as financiadas?

P45 - poder podem . mas não deviam

E46 - porquê? [...]

P47 - porque estão a trabalhar para melhorar a qualidade de vida . o governo não lhes devia cortar as pernas . estão a contribuir para a melhoria de vida das pessoas .

Neste episódio destacam-se cinco aspectos. O primeiro tem a ver com o facto de esta professora preconizar, entre outros, que “as coisas feitas com consciência” conduzem à qualidade de vida. O segundo prende-se com a definição de Ciência, a qual é encarada como “um conhecimento que se tem [...] real acerca de determinado assunto”. O terceiro liga-se à definição de Tecnologia: “é no fundo os meios técnicos [...] para fazer [...] com que essa investigação científica vá no fundo . . . se obtenham resultados científicos”. Em quarto, a Ciência e a Tecnologia são concebidas de modo interligado, pois em função das definições anteriores “não pode haver uma dissociação [...] de facto acho que a ciência nos traz avanços médicos em determinados assuntos, a maioria das vezes utilizando os tais..técnicas tecnológicas.. os tais instrumentos.” O último aspecto relaciona-se com a visão do cientista: responsável e consciente, mesmo sendo “iguais às outras pessoas”, em termos do seu trabalho são diferentes “porque eles lidam com coisas que...podem afectar as pessoas [...] eles não podem deixar-se influenciar pela sociedade...daí que neste sentido não se possam igualar aos outros cidadãos”.

Estes aspectos evidenciam que a PC C revela concepções ingénuas de Ciência e de Tecnologia. A Ciência é encarada como “conhecimento real” e a Tecnologia como “meios/instrumentos técnicos” necessários para a concretização da investigação científica. Estas concepções aliadas ao facto de considerar que “o investimento na investigação científica conduz à melhoria da qualidade de vida” evidenciam uma visão que não é aproximada do actual empreendimento científico.

113

Na resposta ingénua seguinte (item 7) sobre a “Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência” ao seleccionar a opção F preconiza que “embora tentem, nem sempre estas instituições ou grupos conseguem influenciar com êxito a condução de determinadas pesquisas, cabendo a última palavra aos cientistas”. Na entrevista mudou de perspectiva, apesar de não possuir certezas, optou pela opção D que postula que essas instituições ou grupos realmente exercem influência “porque influenciam o governo e as opções deste em matéria de financiamento à investigação”. E esta opção é considerada realista.

A terceira e última resposta ingénua explorada durante a entrevista foi a relativa ao controlo público da Tecnologia (item 18). Após nova leitura passou a escolher uma opção aceitável, a qual enuncia que os desenvolvimentos tecnológicos podem ser controlados pelos cidadãos “porque os progressos tecnológicos são apoiados e controlados pelo governo. No acto de eleição do governo, os cidadãos podem controlar a política que foi levada a cabo”. Neste sentido diz também que, pese embora os cidadãos serem “tão pouco ouvidos [...] se calhar também tem a ver com o governo, não é? à partida eles não querem perder votos...sei lá...perder a sua posição...”, acabam por controlar a política ligada aos desenvolvimentos tecnológicos”.

• **Professora-Colaboradora D**

Esta professora evidenciou seis respostas realistas, nove aceitáveis e quatro ingénuas.

Na primeira resposta ingénua (item 3), após nova leitura deste item, passou a defender que a investigação científica conduz à melhoria da qualidade de vida e a investigação tecnológica à deterioração da mesma embora esta também ajude “a Ciência e vai fazer com que novas descobertas científicas sejam feitas”. Estas concepções são igualmente classificadas dentro da categoria ingénua. Neste mesmo sentido esta professora evidencia uma visão tecnocientífica da relação entre Ciência e Tecnologia. Considera que a Tecnologia “está muito ligada à Ciência... porque... muitas das coisas que foram descobertas a nível científico nomeadamente a cura para algumas doenças deve-se também ao avanço tecnológico [...]”.

Na resposta ingénua seguinte (item 4) que se foca na temática do controlo político e governamental da Ciência, defendeu que os cientistas são afectados pelas políticas dos seus países “porque os cientistas tentam compreender e auxiliar a sociedade. Desta forma, atendendo à importância e ao envolvimento pessoal dos cientistas, estes estão directamente ligados à sociedade”. Na entrevista verificou-se sustentar ainda que alguns cientistas “também tentam auxiliar a sociedade. Mas isso é só em alguns aspectos porque noutros eles também; ao tentarem auxiliar também estão a prejudicar nomeadamente ao nível da poluição que quanto mais Tecnologia mais avanços há e mais estão a prejudicar. Portanto eles estão a auxiliar por um lado mas também estão a prejudicar por outro”. Do mesmo modo defende que a Tecnologia pode ser definida como os “meios tecnológicos como a TV, o computador, essas coisas...máquinas que são utilizadas na Ciência; mas não sei se é isso mesmo”. Já a Ciência está associada às descobertas como a cura para as doenças, de que é exemplo a SIDA. Tendo em conta estas evidências, esta PC revela, na entrevista, concepções ingénuas de Ciência e de Tecnologia.

Na resposta ingénua seguinte (item 7) sobre a “Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência” ao seleccionar a opção F a PC D defendeu que “Embora tentem, nem sempre estas instituições ou grupos [que se opõem a determinados campos de investigação] conseguem influenciar com êxito a condução de determinadas pesquisas, cabendo a última palavra aos cientistas”. Na entrevista manteve esta concepção ingénua uma vez que concorda que “embora tentem nem sempre estas instituições ou grupos conseguem influenciar com êxito a condução de determinadas pesquisas” (P61).

No item 9, “Haverá sempre a necessidade de estabelecer compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia” optou por defender que nem sempre existirão compromissos entre os efeitos positivos e negativos da Ciência e da Tecnologia. Na entrevista, após uma leitura mais atenta de cada opção, a professora acaba por defender o enunciado da opção realista C, “porque o que beneficia uns pode ser negativo para outros. Depende dos pontos de vista respectivos”. Nesta situação parece existir uma visão mais aproximada dos reais contributos da Ciência

e da Tecnologia para a resolução de problemas sociais.

### **Final do Programa de Formação**

#### **• Professora-Colaboradora A**

No final do PF esta professora evidenciou sete respostas realistas, sete aceitáveis e cinco ingénuas. Estas últimas correspondem, respectivamente, aos itens “Ciência e Tecnologia e qualidade de vida”, “Controlo político e governamental da Ciência”, “Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência”, “Tomada de decisão sobre questões científicas” e “Tomada de decisão sobre questões Tecnológicas”.

Em termos comparativos verifica-se que, entre o início e o final do PF, o número de respostas realistas e aceitáveis da professora A aumentou e conseqüentemente diminuiu o número de respostas ingénuas. Nestas, exceptuando o item sobre o “Controlo político e governamental da Ciência”, todos as outras são referentes aos mesmos itens, mantendo, portanto, concepções não consentâneas com a perspectiva actual acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

#### **• Professora-Colaboradora B**

Esta PC, no final do PF, evidenciou dez respostas realistas, oito aceitáveis e apenas uma ingénuas, correspondente item 17, e preconiza que “quando uma nova tecnologia é desenvolvida (por exemplo um novo computador), a decisão de a colocar (ou não) em prática, não depende necessariamente da eficiência mas dos lucros que pode gerar”.

115

Em termos comparativos verifica-se que, entre o início e o final do PF, o número de respostas realistas e aceitáveis da professora B aumentou consideravelmente, tendo o número de ingénuas diminuído de seis (por escrito) e três (na entrevista) para uma (por escrito). Uma resposta ingénuas já tinha sido dada por escrito na primeira vez que esta professora respondeu ao VOSTS, embora com uma opção diferente. É verosímil afirmar que as concepções evoluíram ao longo do PF e parecem ser mais consentâneas com a perspectiva actual acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Mesmo as definições de Ciência e Tecnologia (itens 1 e 2), que apesar de no questionário se terem mostrado, respectivamente, aceitável e realista e depois na entrevista se terem revelado ingénuas, evoluíram para a categoria de resposta aceitável. Alguns dos registos apontam nesse sentido. Por exemplo, um comentário produzido numa das sessões de formação do PF: “A Ciência é mais do que conhecimentos; são também as experiências e descobertas ligadas aos problemas que nos afectam; e os cientistas e o contexto da sua vida devem merecer mais atenção da nossa parte”. Tendo como referência o VOSTS e o seu esquema de classificação, as concepções sobre Ciência e Tecnologia implícitas coincidem com opções de resposta consideradas aceitáveis.

• **Professora-Colaboradora C**

No final do PF, esta professora obteve onze respostas realistas, sete aceitáveis e uma ingénua. Nesta última defendeu que nem sempre existirão compromissos entre os efeitos positivos da Ciência e da Tecnologia “porque os efeitos negativos podem ser eliminados com um planeamento cuidadoso e sério e com ensaios devidamente programados. De outro modo, nada de novo se faria em termos de Ciência e Tecnologia”.

Em termos comparativos verifica-se que, entre o início e o final do PF, o número de respostas realistas e aceitáveis aumentou e diminuiu consideravelmente o número de ingénuas. Evoluíram favoravelmente as concepções relativas aos itens 1, 2 e 3, conforme registos áudiogravados das sessões de formação: “estava eu convencida que sabia o que era a Ciência e a Tecnologia. como estava afinal distante da realidade [...] fica claro para mim que Ciência tem também a ver com descoberta e o modo de funcionamento das coisas e a Tecnologia são mais do que artefactos”. Concepções, como esta, são mais realistas.

• **Professora-Colaboradora D**

No final do PF, esta PC obteve treze respostas realistas, cinco aceitáveis e uma ingénua, esta correspondente ao tópico “Influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência”.

116

Em termos comparativos verifica-se que entre o início e o final do PF, o número de respostas realistas aumentou e o número das ingénuas foi reduzido para menos de metade. A mesma resposta ingénua tinha sido evidenciada no início do PF.

Tudo aponta para uma evolução das concepções ingénuas ligadas às definições de Ciência e Tecnologia (itens 1 e 2), para categorias mais realistas, conforme se registou na 9ª sessão de formação: “a minha ideia de Ciência não andava muito longe da apresentada no texto; agora a de Tecnologia...tinha mesmo a ideia que eram só máquinas e coisas assim”.

## **Síntese Global**

A análise dos dados anteriores permite fazer emergir as ideias tipo, categorias de respostas, sobre as concepções acerca da natureza da Ciência (numa perspectiva de interligação Ciência-Tecnologia-Sociedade), partilhadas por mais que uma PC, nos dois momentos em que se fez explicitamente o seu levantamento: no início e no final do PF desenvolvido.

A análise de conteúdo das entrevistas permitiu verificar que no início do PF predominavam concepções do tipo:

- (i) Ciência como conhecimento válido sobre o mundo natural;
- (ii) Tecnologia como aplicação da Ciência;
- (iii) Ciência e Tecnologia como domínios interligados que se repercutem na sociedade;
- (iv) Ciência e Tecnologia, cada uma à sua maneira, melhoram a qualidade de vida das pessoas, justificando-se por isso o investimento em ambas;
- (v) a política do país não afecta o trabalho dos cientistas;
- (vi) não existe influência de grupos de interesses particulares sobre a Ciência;
- (vii) as ideologias e crenças religiosas dos cientistas não afectam o seu trabalho.

Relativamente à distribuição destas concepções verificou-se que as professoras A e B possuíam mais ideias de tipo “ingénuo” (7 e 6, respectivamente) do que as professoras C e D (3 e 4, respectivamente).

Após o PF as professoras revelaram ainda duas das concepções ingénuas:

- (i) não existência de influência de grupos de interesses particulares sobre a Ciência;
- (ii) a decisão de utilizar ou não uma nova tecnologia não depende necessariamente da sua eficiência.

Esta segunda concepção não tinha sido manifestada no início do PF e foi revelada pelas professoras A e B, as quais justificaram então a decisão de utilizar ou não uma nova tecnologia com os “lucros que pode gerar”.

117

### **Conclusões e Implicações**

Em relação à questão da investigação conclui-se que o PF contribuiu para que as quatro professoras (re)construíssem as suas concepções acerca de Ciência-Tecnologia-Sociedade, evoluindo para visões mais consentâneas com as defendidas pela nova Didáctica das Ciências. Os resultados que apoiam esta conclusão decorrem, essencialmente, da análise comparativa entre as concepções reveladas pelas professoras no início e no final do PF.

As professoras colaboradoras A e B que leccionavam no 1º ciclo do Ensino Básico, particularmente antes do PF, apresentaram três diferenças em relação às suas colegas do 2º ciclo (C e D). A primeira prende-se com o número de respostas ingénuas: as professoras do 1º ciclo revelaram um maior número de ideias de tipo “ingénuo”. A segunda tem a ver com “as ideologias e crenças religiosas dos cientistas” (item 13). As professoras A e B parecem evidenciar no seu discurso “falácias naturalistas”, porquanto passam do “ser” ao “dever” concluindo que “deve ser” a partir do “ser”, conforme ilustra o raciocínio da professora B: “Os cientistas podem ser afectados mas não têm que se deixar afectar, pelo menos não deviam”. A terceira relaciona-se com a “Tomada de decisão sobre questões Tecnológicas”, relativamente à qual parecem evidenciar uma concepção híbrida entre uma

ingenuidade idílica e uma realidade aceitável: “os microscópios não ficamos sempre com os mesmos; vão sendo aperfeiçoados...” (PC A, P93); e “eu acho que se deve conciliar o custo, a eficácia e a utilidade [...]” (PC B, P34).

Estas concepções sustentam um perfil global comum às quatro PC's no início deste estudo: realismo ingénuo e pendor mais empirista da Ciência e Tecnologia. As quatro professoras revelaram possuir uma imagem de Ciência neutra, dogmática e linear; o conhecimento científico foi encarado como inequivocamente verdadeiro, acabado e a-problemático. Os cientistas são vistos por um prisma idealista ou de realismo ingénuo, pois, entre outros atributos, não são influenciados pela sociedade nem por crenças religiosas. Por sua vez, a Ciência e a Tecnologia formam um empreendimento único - Tecnociência- que afecta a sociedade. Tais perspectivas parecem aproximar-se de uma visão positivista, na qual as teorias científicas estão acima de valores, questões pessoais e imprevistos.

Tal quadro de concepções é consonante com as obtidas em muitos estudos. A título ilustrativo, as três primeiras concepções reveladas pelas professoras na entrevista (sobre o que é a Ciência, a Tecnologia e a relação entre ambas) também foram encontradas em professoras do Ensino Básico português (3º ciclo) no estudo realizado por Paixão (1998).

No entanto, as concepções iniciais sobre CTS não estavam bem definidas, nem eram coerentes em todos os seus aspectos. Tudo aponta para a existência de pouca reflexão sobre alguns dos temas / tópicos do instrumento de diagnóstico usado. Na esteira do que advogam vários investigadores em Didáctica das Ciências (por exemplo, Acevedo-Díaz e Acevedo-Romero, 2002), está-se perante uma ausência de reflexão prévia sobre a natureza da Ciência numa perspectiva CTS. Pode, também, considerar-se que tais concepções não estão associadas, de um modo intencional e consistente, a uma determinada orientação filosófica e / ou psicológica nem ancoradas em quadros conceptuais fundamentantes da acção educativa.

Após o PF as ideias ingénuas evidenciadas diminuíram apreciavelmente. A primeira delas (que se manteve) tem a ver com o facto das professoras considerarem não existir influência de grupos de interesse particular sobre a Ciência. A segunda prende-se com o facto de a decisão de utilizar, ou não, uma nova Tecnologia não depender necessariamente da sua eficiência.

De um modo geral, as ideias evidenciadas sobre a educação CTS passaram a ser apresentadas num articulado mais consistente e consciente, de forma cada vez mais explícita, particularmente nas sessões de formação/trabalho do PF. Apesar das dificuldades próprias de um programa de formação que visava promover reconstrução de ideias, foi bem clara a evolução para uma imagem de Ciência também como “a exploração do desconhecido e de como as coisas funcionam” e de Tecnologia como algo mais do que simplesmente máquinas e artefactos.

Simultaneamente passaram a mostrar um maior interesse pelas questões CTS e estas passaram a ser referidas de forma mais sustentada e fundamentada.

Considerando que o professor influencia, por exemplo, as concepções dos alunos, estas quatro professoras principiantes moveram-se pela tomada de consciência de que poderão veicular concepções, pelo menos diferentes das que revelavam antes de se envolverem no PF, já que este lhes permitiu tomar consciência das suas concepções e compreender a natureza da mudança a ter lugar. Poderão, assim, vir a influenciar positivamente as ideias dos seus alunos sobre estes mesmos domínios, contribuindo para uma mais plena literacia científico-tecnológica destes.

Do presente estudo ressaltam duas grandes implicações, particularmente para a investigação em Didáctica das Ciências. A primeira prende-se com a relação entre as variáveis: concepções dos professores, práticas didáctico-pedagógicas e concepções dos alunos quanto ao CTS. Torna-se, pois, necessário aprofundar estudos no âmbito das duas assunções enunciadas na revisão teórica, em particular na relação entre as concepções de professores principiantes e as suas práticas de sala de aula para se poder clarificar um pouco mais os resultados divergentes que se têm sido obtidos. A segunda implicação, que decorre também da primeira, aponta para a importância de se fomentar uma formação de professores, quer inicial, quer continuada, que vise ultrapassar concepções de Ciência ingénuas, particularmente de natureza acrítica, neutral e à margem de inter-relações com a Tecnologia e a Sociedade. Tal como salientam autores como Quse e De Longhi (2005) e Rubba e Harkness (1993) importa desenvolver programas de formação (inicial e continuada) que ajudem os professores, em particular os principiantes, na reflexão e (re)construção das suas concepções, nomeadamente sobre inter-relações CTS, e lhes proporcionem saberes e confiança para transposições didácticas adequadas aos seus alunos o que implica que estes possuam também mecanismos de identificação das ideias prévias destes. As imagens sobre Ciência e Tecnologia constroem-se desde muito cedo mesmo que o conjunto de conceitos possa ainda ser reduzido.

119

## Bibliografia

ABD-EL-KHALICK, F., LEDERMAN, N. G. (2000a): "Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature", *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.

\_\_\_\_\_, F., \_\_\_\_\_, N. G. (2000b): "The influence of history of science courses on students' views of nature of science", *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (9), 1057-1095.

ACEVEDO-DÍAZ, J. A., ACEVEDO-ROMERO, P. (2002): "Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria", *Revista Iberoamericana de Educación*, OEI. Disponible en: [www.campus-oei.org/revista/deloslectores/244Acevedo.PDF](http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/244Acevedo.PDF)

ACEVEDO-DÍAZ, J. A., ACEVEDO-ROMERO, P., MANASSERO-MAS, M. A., VÁZQUEZ-ALONSO, A. (2001): "Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS", *Revista Iberoamericana de Educação*, OEI. Disponible en: [www.campus-oei.org/revista/lectores\\_mc.htm](http://www.campus-oei.org/revista/lectores_mc.htm)

ACEVEDO-DÍAZ, J. A., VÁZQUEZ-ALONSO, A., ACEVEDO-ROMERO, P., MANASSERO-MAS, M. A. (2002): "Sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad", *Tarbiya*, 30, 5-27.

AIKENHEAD, G. S., FLEMING, R. W., RYAN, A. G. (1987): "High-school graduates' beliefs about Science-Technology-Society. Methods and Issues in monitoring student views", *Science Education*, 71 (2), 145-161.

BRICKHOUSE, N. W. (1990): "Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice", *Journal of Teacher Education*, 41 (3), 53-62.

CANAVARRO, J. M. (2000): *O que se pensa sobre a ciência*, Coimbra, Quarteto Editora.

CORNETT, J. W., YOTIS, C., TERWILLIGER, L. (1990): "Teacher personal practical theories and their influence upon teacher curricular and instructional actions: A case study of a secondary science teacher", *Science Education*, 74 (5), 517-529.

120

DRIEL, J. H., BEIJAARD, D., VERLOOP, N. (2001): "Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge", *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (2), 137-158.

FERNÁNDEZ, I., GIL-PÉREZ, D., VALDÉS, P., VILCHES, A. (2005): "¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos?" en D. Gil-Pérez, B. Macedo, J. Martínez-Torregrosa, C. Sifredo, P. Valdés e A. Vilches (eds.) *Como promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*, pp. 29-66, Santiago do Chile, UNESCO.

HEWSON, P. W., KERBY, H. W., COOK, P. A. (1995): "Determining the conceptions of teaching science held by experienced high school science teachers", *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 503-520.

KEYS, C. W., BRYAN, L. A. (2001): "Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform", *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (6), 631-645.

LEDERMAN, N. G. (1999): "Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship", *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), 916-929.

\_\_\_\_\_, N. G. (1992): "Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research", *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.

MAGALHÃES, S. I. R. (2005): *Programa de formação de professores de ciências focado na perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade e no desenvolvimento do pensamento crítico*. Dissertação de mestrado não publicada, Universidade do Minho, Instituto de Educação e Psicologia.

MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, F. (2001): "La concepción heredada de la Ciencia y la Tecnología", *Boletín del Programa Ciência, Tecnologia, Sociedad e Innovación*, Junho, OEI. Disponible en: [www.oei.es/ctsi15.htm](http://www.oei.es/ctsi15.htm)

PAIXÃO, M. F. C. (1998): *Da construção do conhecimento didático na formação de professores de ciências. Conservação da massa nas reações químicas: Estudo de índole epistemológica* (Vol. I). Tese de doutoramento, não publicada. Universidade de Aveiro.

QUSE, L., DE LONGHI, A. (2005): "¿Qué dicen los docentes de Biología del nivel medio sobre la educación CTS? Diagnóstico en Córdoba, Argentina", *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2). Disponible en: [www.saum.uvigo.es/reec](http://www.saum.uvigo.es/reec)

RUBBA, P. R., e HARKNESS, W. L. (1993): "Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions", *Science Education*, 77 (4), 407-431.

121

SANTOS, M. E. V. M. (1999): *Desafios pedagógicos para o século XXI - Suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social*, Lisboa, Livros Horizonte.

SOLBES, J., VILCHES, A. (2000): "Finalidades de la educación científica y relaciones CTS", in I. P. Martins (org.) *O movimento CTS na Península Ibérica*, pp. 207-217, Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro.

SOLSONA-PAIRÓ, N. (1999): "Un modelo para la instrumentacion didactica del enfoque ciencia-tecnologia-sociedad", *Pensamiento Educativo*, 24, 57-76.

THOMAZ, M. F., CRUZ, M. N., MARTINS, I. P., CACHAPUZ, A. F. (1996): "Concepciones de futuros profesores del primer ciclo de primaria sobre la naturaleza de la ciencia: Contribuciones de la formación inicial", *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 351-322.



## Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS

Mariano Martín Gordillo  (marianomartin@campus-oei.org)  
IES, N°5, Avilés, España

La educación tecnocientífica debe incluir estrategias para el aprendizaje social de la participación ciudadana. Para ello se ha de contar con materiales educativos que favorezcan una enseñanza socialmente contextualizada de la ciencia y la tecnología y hagan posible aprender a participar en el aula. Los casos simulados diseñados por el Grupo Argo facilitan el aprendizaje de la participación a través de procesos de negociación entre varios actores sociales implicados en controversias tecnocientíficas. Estos materiales educativos plantean controversias sobre las que los alumnos han de tomar decisiones. Las diez casos simulados publicados hasta ahora se centran en temas CTS muy diversos: investigación sobre vacunas, dopaje en el deporte, riesgos de la telefonía celular, plataformas petrolíferas, gestión del agua, residuos sólidos, planificación urbanística, redes de transporte, comida rápida frente a alimentación tradicional, e implicaciones de Internet para la escuela.

123

**Palabras clave:** Cultura científica, participación en ciencia y tecnología, educación CTS, casos simulados CTS.

*Technoscientific education should include strategies for the social learning of citizen participation. For that reason, we should have teaching resources which favour a socially contextualized education of science and technology, and which, at the same time, enable the process of learning to participate in the classroom. The simulated cases designed by Grupo Argo facilitate the learning of participation through the processes of negotiation among several social actors involved in technoscientific controversies. These teaching resources raise controversies about which the students must take decisions. The ten simulated cases published so far deal with very different STS topics: research on vaccines, doping in sport, risks of cellular phones, oil platforms, water management, solid waste, urban planning, transport nets, fast food vs traditional food, and the implications of the Internet in school.*

**Key words:** Scientific culture, participation in science and technology, STS education, STS simulated cases.

Pronto se cumplirá medio siglo de la acertada denuncia de P. Snow sobre lo poco transitadas que estaban las fronteras entre las ciencias y las letras, o en términos más actuales, sobre el distanciamiento entre los campos tecnocientífico y humanístico. Ambos territorios parecían estar habitados por gentes con lenguajes diferentes y, lo que es peor, con una actitud de incompreensión recíproca y desinterés mutuo. Aunque es cierto que no faltan quienes siguen considerando infranqueables esas fronteras disciplinares, también lo es que cada vez son más los intentos de comunicación entre la cultura científica y la cultura humanística. El hecho de que ya se usen esas expresiones en las que lo sustantivo es la cultura y lo humanístico o lo científico adjetivan ámbitos más complementarios que contrapuestos es un síntoma de que la situación está cambiando.

Antes, la alfabetización de los ciudadanos parecía estar referida únicamente a las letras. Pero cada vez es más frecuente la reivindicación de una idea más amplia de la alfabetización de la ciudadanía que incluiría también a la ciencia y a la tecnología. También es creciente el acuerdo sobre la importancia educativa de los enfoques de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), cuando antes las dos primeras parecían desarrollarse completamente al margen de los problemas de la tercera. Parece que ya no es tan cierto que los valores, las cuestiones éticas, incluso lo estético, deban ser considerados como aspectos ajenos a lo tecnocientífico. Como tampoco es ya un lugar común que lo humanístico, lo artístico, lo moral y lo filosófico deban pertenecer al reino de lo irracional o lo metafísico. O, al menos, parece que ahora hay más acuerdo que hace algunas décadas en considerar que la distancia entre lo epistémico y lo axiológico no debe ser tan grande.

124

La ciencia y la tecnología fueron siempre productos humanos, pero su desarrollo actual es de tal magnitud que, como pronosticara Ortega, hoy se han invertido los términos de la relación, llegando a estar las formas de vida humana estrechamente condicionadas por el propio desarrollo de la ciencia y la tecnología. Esta nueva relación del desarrollo tecnocientífico con la vida humana (y también con el medio ambiente) ha generado actitudes radicales hacia él. Para algunos ese desarrollo es la causa de todos los males que nos aquejan, considerando que la actitud verdaderamente humanística debería ser la del recelo, cuando no el repudio, ante muchos de los efectos de la ciencia y la tecnología (particularmente, de esta última). Para otros, en cambio, en el desarrollo tecnocientífico está la clave del progreso humano y, lejos de ser la causa de los problemas sociales y ambientales, es la condición para su solución definitiva. Frankenstein o Prometeo, tal parece ser el dilema humano ante el desarrollo tecnocientífico.

Sin embargo, reconocer con quienes mantienen actitudes tecnófilas que la ciencia y la tecnología son imprescindibles para la vida humana al comienzo del tercer milenio, no implica aceptar que su desarrollo deba escapar a la evaluación y el control por los seres humanos. Por otra parte, coincidir con los tecnófobos en la denuncia de los riesgos que supone un desarrollo tecnocientífico sin límites no significa asumir la alternativa del retorno a una arcadia imposible que prescindiera de la ciencia y la tecnología.

Para bien y para mal la ciencia y la tecnología están con nosotros y son, en cierto modo, parte de nosotros. Por eso la escisión radical entre la cultura humanística y la cultura científica como compartimentos estancos es artificial e inconveniente. Frente a esa consideración enfrentada entre lo humanístico y lo tecnocientífico parece más sensato promover una visión más ajustada de las relaciones entre el desarrollo tecnocientífico y la sociedad mostrando la presencia de aspectos valorativos en la propia gestación del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico. Como formas culturales que son, la ciencia y la tecnología incorporan los valores y las prioridades de las sociedades en las que se han desarrollado.

Por lo tanto, la alfabetización tecnocientífica no puede suponer solamente el conocimiento de la morfología y la sintaxis de los conocimientos propios de las disciplinas científicas. Los aspectos semánticos, que remiten a un mundo de significados sociales, y los aspectos del contexto, que permiten comprender por qué y para qué han sido desarrollados los productos tecnocientíficos, son también elementos imprescindibles de una verdadera alfabetización en ciencia y tecnología.

Pero, por otra parte, si esa alfabetización tecnocientífica de los ciudadanos tiene sentido no es sólo para facilitarles las herramientas para comprender los mensajes expertos que se producen en el ámbito de la cultura científica y tecnológica. Con ser un fin importante, no es el más importante. Dominar un lenguaje no es sólo comprender los mensajes que se reciben, sino principalmente tener las competencias necesarias para participar en el intercambio dialógico. En el caso que nos ocupa, ello no implica que todos los que pueden llegar a comprender los significados de las producciones de la ciencia y la tecnología vayan a convertirse en autores de las mismas. Es obvio que aunque todos los ciudadanos puedan y deban comprender adecuadamente los significados y las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo tecnocientífico, sólo algunos de ellos van a participar de forma protagónica en él como científicos o ingenieros. Pero no se debe olvidar que el desarrollo de la ciencia y la tecnología no sólo interesa a quienes van a contribuir profesionalmente a él, sino que afecta a todos los ciudadanos y todos han de aprender a participar (como usuarios, como consumidores, como beneficiados o perjudicados por sus consecuencias concretas) en las decisiones sobre la evaluación y el control social de la ciencia y la tecnología.

Participar en el desarrollo de la ciencia y la tecnología no es únicamente intervenir en los procesos epistémicos que las hacen posibles. No son, y no deben ser, las epistémicas las únicas decisiones que condicionan el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Para señalar las prioridades de la investigación, para limitar los aspectos que deben ser investigados, para decidir en cada contexto si es aceptable la puesta en marcha de un determinado sistema tecnológico (desde una central nuclear hasta una antena de telefonía móvil, desde un fármaco dopante hasta un respirador artificial, desde una red inalámbrica hasta la instalación de un ordenador en cada pupitre escolar, etc.), para todas esas decisiones no son sólo los aspectos epistémicos los que han de ser tenidos en cuenta. Todas ellas entrañan dilemas valorativos en los que es posible y necesaria la participación de los ciudadanos (de

los usuarios, de los consumidores, de los afectados, de los responsables de cada uno de esos productos tecnocientíficos).

Por eso una verdadera alfabetización tecnocientífica de la ciudadanía, una verdadera cultura científica, implica el desarrollo de competencias para la participación de todos los ciudadanos en las decisiones relacionadas con el desarrollo tecnocientífico. No todos los ciudadanos participarán directamente en los procesos que permiten el desarrollo de la ciencia y la tecnología, pero la reivindicación de una verdadera cultura científica para la ciudadanía no puede limitarse a conseguir que los ciudadanos sean sólo buenos espectadores o buenos usuarios de los conocimientos y productos de la ciencia y la tecnología. Su participación activa es necesaria también en las decisiones sobre lo que se espera, se desea y se necesita de la ciencia y la tecnología. Al menos lo es en la medida en que se entienda que la ciencia y la tecnología no deben ser ajenas al compromiso democrático y a la responsabilidad social, es decir, a hacer posible el ejercicio de una ciudadanía plena en las sociedades democráticas.

Por otra parte, las sociedades avanzadas requieren también una mayor proximidad entre el desarrollo tecnocientífico y los ciudadanos que favorezca la aparición de un mayor número de vocaciones hacia las profesiones relacionadas con la ciencia y la tecnología. La tradicional dificultad y alejamiento respecto de las preocupaciones cotidianas, que se dan muchas veces en las enseñanzas habituales de las ciencias en los sistemas educativos, no favorece la aparición de esas vocaciones, sino que las presupone. Los espacios de reflexión y participación educativa sobre la cultura científica son una buena oportunidad para presentar la proximidad e interdependencia entre el desarrollo tecnocientífico y la sociedad de una manera más motivadora. Sin duda, este planteamiento puede redundar positivamente en la generación del interés hacia la ciencia y la tecnología, condición necesaria para la aparición de vocaciones hacia la actividad tecnocientífica en los niños y jóvenes, algo de suma importancia para el futuro de nuestras sociedades.

126

Entre las finalidades de la educación CTS ocupa un lugar principal, por lo tanto, la intención de mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos y, por lo tanto, se debe favorecer su alfabetización tecnocientífica. Hacer sensibles a los ciudadanos a la cultura científica. Mostrar que la ciencia y la tecnología son construcciones humanas y, en este sentido, también reflejan los deseos, los intereses y los valores de los humanos. Dotarles de las herramientas conceptuales que les permitan comprender el mundo en el que viven y comprometerles con la idea de que las decisiones sobre el rumbo del conocimiento científico o la transformación tecnológica no pueden delegarse en los expertos tecnocientíficos porque sus consecuencias afectan a todos, serían algunos de los objetivos educativos que podrían estar relacionados con esta primera finalidad de la educación CTS.

Una segunda finalidad primordial de una educación para el desarrollo de una cultura científica es la de propiciar el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas y, por ello, favorecer una educación para la

participación democrática también en ciencia y tecnología; promover que los ciudadanos opinen, contrasten, y juzguen las distintas alternativas existentes en relación con el desarrollo de las ciencias y las tecnologías; habituarles a hallar las dimensiones éticas, políticas, estéticas, económicas y en general valorativas presentes en muchos de los problemas que se presentan como técnicos; y fomentar hábitos de discusión racional, de negociación y de toma de decisiones democrática en relación con los problemas concretos en los que la ciencia y la tecnología tienen consecuencias sociales. Éstos serían algunos de los objetivos que sintonizan con la segunda de las finalidades propuestas.

Para promover ese aprendizaje social de la participación pública en las cuestiones tecnocientíficas el contexto educativo es sumamente relevante. Sin duda, las instituciones educativas no son las únicas en las que se puede y se debe promover iniciativas para la difusión de la cultura científica a favor de la participación ciudadana en la ciencia y la tecnología, pero sí son uno de los lugares más oportunos para desarrollar acciones coherentes con esas finalidades de la educación CTS.

En este sentido, la aparición de espacios curriculares en el ámbito educativo relacionados sustantivamente con la cultura científica y las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (en la forma de materias de CTS pura, con ese u otro nombre, en la forma de injertos de temas específicos o transversales en otras materias, etc.) es una oportunidad para promover esa cultura científica vinculada al aprendizaje de la participación ciudadana en ciencia y tecnología. Pero estos nuevos espacios curriculares no deben ser vistos como el caballo de Troya de las disciplinas científicas en los itinerarios formativos no científicos o de las disciplinas humanísticas en los itinerarios de ciencias. En ambos casos perderían su potencial para mostrar una visión integradora de la cultura científica y para propiciar una participación pública en las cuestiones científicas sin las hipotecas propias de los distintos códigos disciplinares que pretenderían su apadrinamiento. Es cierto que la filosofía de la ciencia (y de la tecnología), que la historia de la ciencia (y de la tecnología), que las propias disciplinas científicas (y tecnológicas) tendrían mucho que aportar a esa cultura científica común. Pero debe tratarse de eso, de aportaciones que buscan las sinergias, no de coartadas para la apropiación de los nuevos espacios curriculares, ni tampoco de pactos para conformar un *puzzle* híbrido de los diversos campos que acabe reproduciendo en ellos la fragmentación entre las distintas disciplinas.

127

Para que estos espacios fronterizos de formación ciudadana en torno a los temas del desarrollo científico y tecnológico puedan ser útiles parecen, por lo tanto, deseables estructuras curriculares flexibles en las que la prescripción rígida deje paso a la orientación básica sobre posibles líneas de desarrollo con la suficiente apertura como para permitir que el trabajo en las aulas se pueda articular en torno a los problemas más relevantes de cada momento y de cada contexto educativo y social.

También parece importante enfatizar la necesidad de que lo dialógico, el trabajo cooperativo, la elaboración de proyectos, así como su exposición, defensa y confrontación pública, sean lo habitual en las metodologías propias de la educación

para el desarrollo de la cultura científica y la ciudadanía democrática.

Asimismo es necesario promover iniciativas de formación docente interdisciplinares, flexibles y participativas. Coherentes, por ello, con los propósitos y la naturaleza de esta cultura científica entendida en clave participativa. En este sentido, se cuenta con valiosas experiencias, desarrolladas en el contexto de la cooperación iberoamericana, de formación docente sobre el aprendizaje social de la participación pública en temas de ciencia y tecnología. La Organización de Estados Iberoamericanos<sup>1</sup> (OEI) viene desarrollando, desde su programa de ciencias, diversas iniciativas de diseño y experimentación de materiales didácticos y de formación docente para la difusión de la cultura científica que pueden constituir un referente para ese tipo de acciones de formación docente y desarrollo curricular.

Fruto de esas iniciativas son las propuestas de educación CTS centradas en el trabajo con casos simulados como estrategia para la enseñanza y el aprendizaje de la participación ciudadana en ciencia y tecnología. Los casos simulados CTS han sido diseñados por los miembros del grupo Argo<sup>2</sup> y experimentados en los últimos años en aulas españolas y latinoamericanas con el apoyo de la OEI. En ellos se plantean controversias sobre problemas reales de interacción entre ciencia, tecnología y sociedad en ámbitos como la salud, el medio ambiente, el urbanismo, etc. Dichas controversias se diseñan partiendo de un problema relacionado con el desarrollo tecnocientífico sobre el que se ha de tomar una decisión. Los diversos puntos de vista, intereses y valores presentes en el problema son encarnados por distintos grupos que configuran una red de actores sociales con planteamientos diferenciados sobre el modo en que se debería resolver la cuestión. En esa red existe siempre un grupo que tiene el papel de mediador, garantizando la apertura y pluralidad del debate y haciendo posible que la decisión que finalmente se adopte sea fruto de la negociación y el consenso logrado a la vista de los argumentos presentados y de los intereses de la mayoría.

Cada controversia parte de una noticia que podría haber aparecido en un medio de comunicación y en la que lo ficticio del problema se reduce a la situación en que se enmarca, y la definición de los actores que participan en la controversia. Los casos simulados CTS tratan, en este sentido, los problemas reales del desarrollo tecnocientífico en diversos ámbitos. Sin embargo, para su uso en el aula, al igual que en las aulas-laboratorio de ciencias se simulan las condiciones que hacen más fácil mostrar los procedimientos de la investigación científica, los casos simulados presentan situaciones equilibradas y abiertas en las que se propicia el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico.

Una vez presentado el problema, los alumnos se ponen por equipos en el papel de cada uno de los actores de la controversia y buscan informaciones y argumentos que

<sup>1</sup> <http://www.oei.es>

<sup>2</sup> El grupo Argo está formado por profesores de educación secundaria de Asturias que han desarrollado diversos materiales educativos para la educación en valores y la educación CTS <http://www.grupoargo.org>

pueden resultar útiles para defender sus puntos de vista en el debate que tiene lugar posteriormente en el aula. Para ello cuentan con diversos documentos, unos ficticios y otros reales, que facilitan su trabajo.

Durante el año 2003 se desarrolló un proyecto financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)<sup>3</sup> en el que participaron más de 800 alumnos españoles de educación secundaria que desarrollaron en sus aulas varios casos simulados CTS (M. Gordillo y C. Osorio, 2003). Entre los instrumentos de evaluación utilizados en ese proyecto había una encuesta que de forma anónima respondieron todos los alumnos valorando diferentes aspectos relacionados con esta propuesta educativa. No es baladí que dos de los aspectos que recibieron una valoración más positiva por los alumnos hayan sido la oportunidad de participar y cooperar en actividades en equipo y el nuevo papel desempeñado por el docente en este tipo de actividades. En tiempos de tantas incertidumbres sobre la innovación educativa y la profesionalidad docente, los alumnos que participaron en el proyecto también tomaron parte con esas valoraciones en la definición de los rumbos que, quizá, deberían seguir ambas.

A continuación se resumen brevemente los problemas en torno a los cuales se articulan los diez casos simulados CTS que han sido diseñados hasta ahora por los miembros del grupo Argo.

### La vacuna del SIDA. Un caso CTS sobre salud, investigación y derechos sociales (Martín Gordillo, 2005a)

129



Tras el éxito en los ensayos en fase I y II, una multinacional farmacéutica pretende experimentar en fase III una vacuna contra el SIDA. Las dudas sobre los riesgos de estos ensayos y la vulnerabilidad de los participantes elegidos han desatado un intenso debate sobre si deben autorizarse o no este tipo de ensayos en países africanos. La urgencia de contar con una vacuna inclina a algunos gobiernos africanos a pedir que se inicie cuanto antes el experimento, pero las incertidumbres científicas y los problemas éticos que entrañan estos ensayos han llevado a varios colectivos a pronunciarse contra su autorización. En este debate se dan cita los problemas éticos y políticos que plantean los experimentos sobre vacunas y, singularmente, los experimentos de vacunas contra el SIDA. Las prioridades de las empresas que realizan las investigaciones, los derechos de los sujetos que participan en los experimentos o los niveles de riesgo aceptables son algunos de los aspectos que se discuten en esta controversia.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> <http://www.fecyt.es>

<sup>4</sup> Una descripción abreviada del contenido de este caso se puede encontrar en Martín Gordillo (2005b)

## El contrato del dopaje. Un caso sobre deporte, farmacología y valoración pública (Camacho Álvarez, 2005)

Un equipo ciclista colombiano recibe una oferta para ser patrocinado por una empresa que produce fármacos que pueden ser utilizados como sustancias dopantes. La empresa está interesada en asociar su imagen a los valores de lo saludable propios del deporte. Pero el equipo ciclista se debate entre el interés de los corredores que quieren obtener la máxima retribución por su dura actividad y otras consideraciones como las del prestigio del equipo y el país si se acepta el mecenazgo de una empresa que produce sustancias prohibidas para los deportistas. Los usos socialmente aceptados y prohibidos de los fármacos, la posibilidad de encontrar soluciones químicas para el desenmascaramiento del fraude por dopaje en la competición deportiva, el uso que la sociedad hace del deporte como instancia refrendadora o sancionadora de ciertos valores sociales o la responsabilidad de los anunciantes respecto de aquello que apoyan, son algunos de los aspectos que se plantean en una decisión tan compleja como aceptar o no este contrato de patrocinio.



130

## Las antenas de telefonía. Un caso CTS sobre radiaciones, riesgos biológicos y vida cotidiana (Grupo Argo, 2005)



Un instituto de enseñanza secundaria ha recibido una interesante oferta económica por permitir el uso del tejado del edificio para la instalación de una antena de telefonía móvil. El Consejo Escolar del centro deberá debatir y decidir sobre la propuesta. Para ello, además de los informes que ha recibido de la empresa de telefonía, tendrá en cuenta los argumentos de los grupos que ya se han manifestado a favor y en contra de la instalación de este tipo de antenas. Las infraestructuras necesarias para el funcionamiento de los teléfonos móviles, los mecanismos por los que transmite la señal, las posibles implicaciones para la salud, las variaciones en la forma de entender la comunicación y el papel que ésta ha jugado y juega en nuestras formas de vida son cuestiones que sustentan esta polémica sobre si se debe autorizar la instalación de la antena en un centro educativo.

## Las plataformas petrolíferas. Un caso CTS sobre energía, combustibles fósiles y sostenibilidad (Grupo Argo, 2005)

El resultado positivo de las prospecciones realizadas lleva a una multinacional a proponer la instalación de una serie de plataformas petrolíferas muy cerca de la costa cantábrica. La propuesta ha creado un intenso debate entre los sectores económicos que apoyan el proyecto y los grupos que se oponen al mismo: principalmente pescadores, ecologistas y empresarios del sector turístico. Las ventajas energéticas e industriales de los hidrocarburos, los peligros medioambientales de su extracción y transporte, las repercusiones para la fauna marina, las alternativas energéticas y las implicaciones sociopolíticas en el entorno inmediato y en la geopolítica mundial son algunas de las cuestiones que están en el trasfondo de una controversia como la que se plantea con la propuesta de instalar estas plataformas petrolíferas.



131

## El proyecto para el Amazonas. Un caso sobre agua, industrialización y ecología (Lejarza Portilla y Rodríguez Marcos, 2005).



En una zona virgen del Amazonas se proyecta construir un gran complejo industrial que supondrá un gran desarrollo económico para el lugar y atraerá trabajadores de todo Brasil. Los sindicatos son muy favorables a esta iniciativa. La envergadura del proyecto ha suscitado, sin embargo, algunas dudas sobre sus posibles efectos contaminantes en las aguas del río y sobre las eventuales consecuencias para las poblaciones ribereñas del Amazonas. Colectivos ecologistas y otros grupos ven peligrar con este proyecto la calidad ambiental de un entorno en el que hasta ahora se han desarrollado actividades sostenibles. La gestión de los recursos hídricos, los impactos de la actividad industrial sobre el medio ambiente, los conflictos entre el desarrollo económico y la sostenibilidad o el respeto a los derechos de las poblaciones indígenas son algunos de los asuntos que se dirimen en este debate en que una comisión de senadores habrá de jugar un papel de mediador y evaluar la conveniencia o no de desarrollar el proyecto.

## La basura de la ciudad. Un caso sobre consumo, gestión de residuos y medio ambiente (Arribas Ramírez y Fernández García, 2005).



Una ciudad latinoamericana se plantea cómo resolver su grave problema con la gestión de las basuras. Son varias las alternativas que se barajan. Entre ellas la de una empresa extranjera que propone instalar una planta incineradora. Sin embargo, los riesgos para el medioambiente y el debate sobre las dioxinas que suelen acompañar a las propuestas de instalación de las incineradoras han movido a otros grupos a buscar alternativas basadas en un consumo más responsable que genere menos basura y facilite, mediante su separación doméstica, los procesos de reciclado de los distintos tipos de residuos. Sin embargo, quienes ahora viven de la basura en los vertederos consideran que estas propuestas, válidas para los países europeos, son inadecuadas en contextos menos desarrollados. Según ellos, su actual papel en el manejo y separación en los vertederos de los distintos tipos de basura es la mejor solución para la gestión de los residuos en esa ciudad. El Municipio ha convocado una reunión para debatir todas las alternativas antes de tomar la decisión.

132

## La ciudad de Ahormada. Un caso sobre urbanismo, planificación y participación comunitaria (González Galbarte, 2005)

Ahormada es una ciudad latinoamericana en la que se discuten varios proyectos para la regeneración urbanística de una zona altamente degradada pero con valor histórico. Cerro Chiquito es el nombre de esa zona marginal que hoy está en el centro de la polémica por los diferentes proyectos urbanísticos que se han propuesto para su regeneración e integración en la trama urbana de la ciudad. Parques tecnológicos, usos residenciales, zonas de ocio o recuperación de los restos históricos son algunos de los proyectos que se debaten para ese lugar. Como en otras controversias urbanísticas, en el caso de Ahormada se enfrentan varias propuestas apadrinadas por actores diferentes interesados, según los casos, en la recuperación del pasado histórico, la creación de equipamientos y viviendas atractivas para la clase media, el desarrollo de un sector productivo con empresas viables para las condiciones del lugar o la mejora de las instalaciones sin modificar el tejido social que se ha ido decantando en la zona.



## Las redes del tráfico. Un caso sobre movilidad, gestión del transporte y organización del territorio. (Camacho Álvarez y González Galbarte, 2005).

La autopista que une tres ciudades ha llegado prácticamente al colapso circulatorio. Varios centros comerciales se han instalado en su entorno atraídos precisamente por la posibilidad de ubicarse fuera de la ciudad pero a pocos minutos de ella. El consiguiente aumento del tráfico no puede ser absorbido ya por la autopista. Urge una solución. Hay quienes sostienen que el problema se resuelve añadiendo más carriles a la autopista y mejores sistemas tecnológicos para la regulación del tráfico. Para otros la apuesta por los servicios públicos del transporte y, en particular, por potenciar y optimizar la red del ferrocarril sería la mejor solución. El Ministerio convocará un encuentro para analizar las ventajas e inconvenientes de cada propuesta y finalmente adoptará una decisión. Los impactos sobre el territorio de las redes de transporte, los nuevos hábitos de vida y consumo derivados de la extensión de las tecnologías automovilísticas o el enfrentamiento entre la lógica de lo público y lo privado son algunos de los aspectos que se dan cita en este debate.



133

## La cocina de Teresa. Un caso sobre la alimentación, automatización y empleo (Martín Gordillo, 2005c)



Una multinacional de comida rápida pretende instalarse en una céntrica plaza de Cartagena de Indias adquiriendo el local que ocupa un restaurante tradicional de la ciudad. La reciente muerte del propietario del restaurante parece facilitar la operación, pero la actitud de algunos de los empleados y clientes del local, hostiles a que un clásico de la gastronomía local sea sustituido por un establecimiento de comida estandarizada, abre un intenso debate sobre la conveniencia o no de vender el restaurante y las alternativas que podrían plantearse para hacer frente a la oferta económica de la multinacional. La modificación de los hábitos alimentarios que supone el auge de la comida rápida, la alternativa entre la gastronomía tradicional y los procesos automatizados y estandarizados propios de las empresas de este sector, con las implicaciones laborales y culturales que esto supone, son algunos de los elementos que se dirimen en esta controversia.

## La escuela en la red. Un caso sobre educación, nuevas tecnologías y socialización (Martín Gordillo, 2005d)



Numerosas familias de todo el mundo han constituido una asociación internacional para reclamar el derecho a educar a sus hijos sin llevarlos a la escuela. Piensan que los estados pueden exigirles la obligación de educar a los niños, pero no han de imponerles cómo deben hacerlo y, a su juicio, con el desarrollo de Internet y las nuevas tecnologías, la educación escolarizada no es ya la única alternativa. Su propuesta ha encontrado eco entre algunas empresas dedicadas a la educación a distancia que se presentan ya como una alternativa eficaz a la escuela presencial. Los sindicatos de docentes y algunos intelectuales han visto en estas iniciativas desescolarizadoras un grave peligro, no sólo para sus intereses profesionales, sino para el futuro de la igualdad en la educación de la infancia. En este conflicto se manifiestan los desafíos que comportan las nuevas tecnologías para las formas de vida heredadas de la modernidad y se debaten conflictos entre derechos individuales y deberes sociales en un asunto que, como la educación, supone un lugar de encuentro privilegiado entre las tecnologías y los valores.

134

### Bibliografía

ARRIBAS RAMÍREZ, R., FERNÁNDEZ GARCÍA, E. (2005): *La basura de la ciudad. Un caso sobre consumo, gestión de residuos y medio ambiente*, OEI, Madrid.

CAMACHO ÁLVAREZ, A. (2005): *El contrato del dopaje. Un caso sobre deporte, farmacología y valoración pública*, OEI, Madrid.

CAMACHO ÁLVAREZ, A. y GONZÁLEZ GALBARTE, J.C. (2005): *Las redes del tráfico. Un caso sobre movilidad, gestión del transporte y organización del territorio*, OEI, Madrid.

GONZÁLEZ GALBARTE, J.C. (2005): *La ciudad de Ahormada. Un caso sobre urbanismo, planificación y participación comunitaria*, OEI, Madrid.

GORDILLO, M. (2005a): *La vacuna del SIDA. Un caso sobre salud, investigación y derechos sociales*, OEI, Madrid.

\_\_\_\_\_, M. (2005b): "Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS sobre investigación biomédica", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 1, pp. 38-55. Disponible en: [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_1/Vol\\_2\\_Num\\_1.htm](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen2/Numero_2_1/Vol_2_Num_1.htm)

\_\_\_\_\_, M. (2005c): *La Cocina de Teresa. Un caso sobre alimentación, automatización y empleo*, OEI, Madrid.

\_\_\_\_\_, M. (2005d): *La escuela en la red. Un caso sobre educación, nuevas tecnologías y socialización*, OEI, Madrid.

GORDILLO, M., OSORIO C. (2003): "Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica", *Revista Iberoamericana de Educación*, Nº 32. OEI, Madrid, pp. 165-210. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revista/rie32a08.pdf>

GRUPO ARGO (2005): *Las antenas de telefonía. Un caso sobre radiaciones, riesgos biológicos y vida cotidiana*, OEI, Madrid.

GRUPO ARGO (2005): *Las plataformas petrolíferas. Un caso sobre energía, combustibles fósiles y sostenibilidad*, OEI, Madrid.

135

LEJARZA PORTILLA C., RODRÍGUEZ MARCOS, M. (2005): *El proyecto para el Amazonas. Un caso sobre agua, industrialización y ecología*, OEI, Madrid.



## Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas

**Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos** (monizsantos@clix.pt)  
Centro de Investigação em Educação, Universidade de Lisboa, Portugal

Numa sociedade que se baseia, cada vez mais, no uso intensivo do conhecimento e num tempo em que os discursos da pós-modernidade se centram na desconstrução da cidadania liberal e potenciam a construção de “novas” dimensões da cidadania, está a emergir uma nova matriz social e tecnológica da ciência, em ruptura com o paradigma positivista em que se tem apoiado a ciência e a cidadania modernas. Quando a tecnociência se tornou objecto de conflito social e de debate político e quando “civilizar” a ciência e “cientificar” a cidadania são condições para potenciar uma ciência menos arrogante e uma cidadania mais democrática, a educação CTS emerge como uma esperança. A construção de uma cidadania cultural, crítica e activa requer, como estratégia epistemológica, conceptualizações e racionalidades CTS que, face a uma potente força cognitiva - a solidariedade de saberes, reposiciona o ser através do saber.

137

**Palavras-chave:** sociedade do conhecimento, “civilizar” a ciência, “cientificar” a cidadania, educação CTS

*In a society increasingly based on the intensive use of knowledge and at a time when the post-modern discourse focuses on the de-construction of liberal citizenship and favors the construction of “new” dimensions of citizenship, a new social, technological matrix of science is surfacing, cutting with the positivist paradigm that has underlain modern science and citizenship. When techno-science has become the object of social conflict and political debate and when “civilizing” science and “scientifying” citizenship are conditions for promoting a less arrogant science and a more democratic citizenship, STS education arises as a hope. The construction of a cultural, critical and active citizenship requires as its epistemological strategy STS conceptualizations and rationalities that, before a potent cognitive force - the solidarity of knowledge - repositions being through knowing.*

**Key words:** knowledge society, “civilizing” science, “scientifying” citizenship, STS education.

## Introdução

A revolução das tecnologias de informação introduziu uma mudança decisiva na sociedade - a sociedade em rede. Com esta nova forma de organização social, “admirável ou não, trata-se, na verdade, de um mundo novo” (Castells: 2003: xxii). Um mundo onde já se divisam os contornos de uma nova ordem que compromete a lógica centralizadora e o entendimento homogéneo do mundo e que é propensa à realização das liberdades de informação e comunicação dos cidadãos. Potencia a inserção do conhecimento na cidadania e uma progressiva aproximação da ciência aos cidadãos.

Quando as certezas epistemológicas expressas pelo positivismo modernista estão a dar lugar à multiplicidade de dúvidas da pós-modernidade, erguem-se saberes e princípios epistemológicos que questionam a racionalidade da ciência moderna de raiz iluminista e que se orientam para um diálogo de saberes e para racionalidades distanciadas de posturas empiristas, fora do círculo unitário do projecto positivista. Designadamente, os estudos CTS apontam para futuros possíveis que fazem renascer a esperança numa cidadania renovada. Torna-se pois premente reavaliar conexões Cidadania/Ciência/ Epistemologia/Educação CTS, bem como visitar criticamente os conceitos que lhes subjazem, situando-os historicamente.

### 1. Cidadania

#### Um conceito em construção

A cidadania sempre foi um assunto altamente desafiador no âmbito da filosofia política ocidental. O termo é usado por todos pensando coisas diferentes. A sua origem remonta ao pensamento grego e romano - cidadania clássica. Uma cidadania participativa e activa, embora altamente exclusiva, foi fervorosamente defendida por Aristóteles. Progressivamente, o conceito foi-se tornando menos relevante, mais legalista, mais interesseiro e mais desligado de uma ética de participação. A modernidade, revisitando o conceito de cidadania clássica, deu um forte impulso à definição do estatuto de cidadania.

#### 1.1. Cidadania moderna

Foi Marshall (1950) que introduziu um debate, hoje muito intenso, sobre cidadania moderna cuja criação tem a ver com os ideais da Revolução Francesa - legado crucial que, embora confuso, continua imperecível. A consolidação da cidadania na idade moderna fez-se em termos da linguagem de direitos e de princípios do contratualismo. Segue de muito perto a “teoria geracional dos direitos humanos” e correlaciona-se com dois actos fundadores de natureza histórico-política:<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Para aprofundar a “teoria geracional dos direitos humanos” e o universo conceptual de cidadania ver M.E. Santos (2005b). Sobre a filosofia dos direitos humanos ver Haarscher (1997).

- A reconfiguração oitocentista da cidadania situa-se na transição do Estado absoluto para o Estado liberal. O acatamento de obrigações tradicionalmente estabelecidas (direito consuetudinário), baseado na ideia de uma herança reverenciadora, deu lugar a uma cidadania com base na “lógica do contrato” - cidadania civil. Esta reivindica direitos civis que autorgam segurança jurídica e que consagram o respeito pela soberania da lei. Protege o indivíduo contra ou face a um estado cujos poderes quer reduzir ao mínimo (*minimal state*) e privilegia uma articulação à liberdade individual (valor-guia). Progressivamente, ao reconhecer e alargar direitos políticos, confere ao cidadão poder político - reconhecimento do direito e da obrigação de tomar decisões em nome da comunidade. Um poder que culmina com o sufrágio universal e com a consagração da democracia parlamentar. Os Direitos civis e políticos, retroactivamente designados “direitos de primeira geração”, consagraram o homem enquanto cidadão e foram reconhecidos pela “Declaração de 1789”.
- A reconfiguração da cidadania no séc. XX resultou de árduas lutas sociais de massas que condicionaram o teor da mudança, no sentido de uma cidadania social. Passa-se de uma cidadania caracterizada pela fuga à dominação estatal (*freedom from*) a uma cidadania que reivindica uma emancipação social através do direito a prestações do estado (*freedom to*). Ao apostar no Estado Providência, reforça um estado “prestativo” e omnipresente, alicerçado em órgãos sociais institucionalizados de acesso a bens sociais básicos: educação, saúde, bem-estar, habitação, segurança e qualidade de vida. O contrato social que caracteriza este acto fundador reforça uma cidadania suportada pela estruturação de direitos igualdade (valor-guia). Direitos sociais e económicos, reivindicados por políticas socialistas como condição para os demais, foram retroactivamente designados “direitos de segunda geração”. O seu reconhecimento data da “Declaração de 1948”, que não esquece valores de expressão universal (legado imperecível do iluminismo), mas que dá lugar a novas relações entre o cidadão, o estado e a comunidade internacional.

139

Das concepções de cidadania social,<sup>2</sup> a que se tornou mais universal na idade moderna foi a concepção de cidadania liberal - dominou ao longo do séc. XX. Na sua forma mais comum, radica numa filosofia individualista e corresponde mais a um “status” de membro do que a uma prática. O cidadão é entendido como soberano para exercer os “direitos naturais”, individuais e inalienáveis que possui e, como retorno, exige-se-lhe um mínimo de deveres políticos (pagar impostos, votar periodicamente, obedecer à lei, prestar serviço militar, etc.) Focada nos direitos (sobretudo nos direitos civis) e em outros atributos legais do indivíduo, procurou, através de estratégias neo-liberais, responder às múltiplas controvérsias que levanta. Todavia, ao tentar renovar-se, foi-as acentuando.

<sup>2</sup> A expressão “cidadania social” evoca ideias das maiores tradições da teoria política (liberal, cívica-republicana e comunitarismo). Ver Santos, M-E. (2005b).

## 1.2. Rumo à cidadania pós-moderna

A desconstrução da cidadania liberal tornou-se central nos debates da pós-modernidade. Dos impulsos para tal desconstrução, são de destacar os que provêm da crise do Estado/Nação - alicerce da cidadania civil e política e os que provêm da crise do Estado Providência - alicerce da coesão social da cidadania social. Em termos cognitivos, é impulsionada pelo aprofundamento do “cisma” ciência-cidadãos e por fortes críticas à ciência moderna desencadeadas por algumas correntes de activistas, educadores e investigadores.<sup>3</sup> Também é moldada por dificuldades relacionadas com os modos através dos quais se foram formando identidades individuais e colectivas.<sup>4</sup> Entre os aspectos controversos da cidadania liberal, postos em causa por reflexões pós-liberais vindas de diferentes horizontes ideológicos, destacamos:

- Hipervalorização da autonomia individual, da igualdade civil e da “cidadania consumista”. A primeira, identificada com a liberdade garantida pelo desenvolvimento económico, elevou a noção de interesse próprio a um “status” de lei universal e deu origem à reificação da propriedade privada, do mercado livre, do prestígio social e da riqueza. A segunda, por ter sido elevada à categoria de igualdade crucial, remeteu a igualdade política e as justiças política e cognitiva a caminhos para a igualdade económica. A terceira, por pensar o cidadão como mero consumidor de bens públicos, serviços e direitos para interesse próprio. “No modelo neo-liberal da década de 80, os direitos dos cidadãos foram reduzidos a meros direitos de consumir” (Wilkins, 1999: 225).

140

- Valorização da “identidade legitimadora” e do prolongamento da dinâmica estatal pela sociedade civil. A introdução de uma “identidade legitimadora”, “pelas instituições dominantes da sociedade, no intuito de expandir e racionalizar a sua dominação sobre os actores sociais”, teve efeitos padronizadores e deu origem a uma sociedade civil, que, de “terreno privilegiado de transformações políticas, possibilitando algum controlo do Estado sem recorrer a um ataque directo e violento” (Castells, 2003: 6), passou a espelhar o próprio Estado. Progressivamente passou a reproduzir “a identidade que racionaliza as fontes de dominação estrutural” (ibidem, 5).

- Desvalorização dos direitos sociais, do interesse comum e das estruturas que o suportam. Os direitos sociais, campo do interesse comum, passaram a ser vistos como restrições a liberdades fundamentais radicadas em direitos civis, e as práticas sociais passaram a ser encaradas como meras imposições burocráticas. A exaltação liberal do individualismo abstracto, através da concessão de direitos individuais na

<sup>3</sup> Um artigo de Sokal, que ele próprio classificou de “embuste” incendiou as assim chamadas “Guerras da Ciência”, desencadeadas na década de '90 por uma corrente dos estudos de ciência, tecnologia e sociedade - a sociologia do conhecimento científico. Nas suas discussões confrontam-se críticas pós-modernas à actividade científica com a defesa de ideias mais ortodoxas. Sobre este assunto ver B. Santos (2003).

<sup>4</sup> Sobre o conceito de identidade, ver Castells (2003).

forma contratualizada, deu como resultado um exagerado enaltecimento de práticas tecnocráticas, um declínio da solidariedade entre os cidadãos, perda de sentido de um destino comum, controlo muito acentuado das reivindicações dos movimentos sociais e progressivo atenuar da importância social atribuída à participação política do cidadão.

- Identificação de direitos civis a direitos de mercado e tratamento dado ao conhecimento. A incidência exclusiva em direitos analisados em sentido formal (direitos consagrados pelas constituições), com o foco em direitos civis, deu lugar à desatenção a direitos humanos não formais, mas que fundamentam a vida numa sociedade justa e pacífica como o direito do ambiente e o direito ao conhecimento. A relação cidadania/conhecimento é negligenciada, os saberes não científicos são desacreditados e predomina a lógica da monocultura.

No contexto da ordem pós-tradicional, há também discursos em termos construtivos que configuram formas pós-liberais de cidadania - “cidadania pós-moderna”. Discursos que apelam a formas de resistência à exclusão<sup>5</sup> e à emergência de uma cidadania multireferenciada, radicada em debates éticos públicos, suportada por uma democracia como estilo de vida e mais apostada numa integração cognitiva e cultural do que numa integração política.

São discursos que apostam num projecto de construção de um novo “ethos” social, tendo como grandes referências a auto-reflexividade e a “identidade de projecto”. Segundo Giddens (1991), o próprio ser torna-se um projecto reflexivo de auto-identidade. O planeamento da vida, organizada reflexivamente, torna-se a característica fundamental da estrutura da auto-identidade. “Desenvolver em cada um as suas capacidades para exprimir-se livremente, aprender a conviver com os diferentes e aceitar a diversidade constituem, neste sentido, os desafios mais importantes que se abrem às sociedades e às pessoas no novo milénio (Tedesco, 2001: 117). Neste sentido, a reconstrução da vida pessoal e colectiva tem por base a ideia de “Sujeito” nos termos em que Touraine (1995) o conceptualiza. Através da identidade de projecto “os actores sociais, servindo-se de qualquer tipo de material cultural ao seu alcance, constroem uma nova identidade capaz de redefinir a sua posição na sociedade e de provocar a transformação de toda a estrutura social” (Castells, 2003: 420). Uma construção que, todavia, não pode prescindir dos outros nem de prestações institucionais.

A “nova” cidadania propõe-se alargar o conteúdo das liberdades fundamentais para responder a necessidades presentes e futuras, relacionadas com reivindicações transnacionais e planetárias urgentes. Privilegia direitos colectivos respeitáveis e

<sup>5</sup> Cidadãos que se encontram em posições desvalorizadas e estigmatizadas pela lógica tradicional, face a diferentes formas de exclusão entendidas como injustas, tendem a construir “identidades de resistência”. Surgem, assim, resistências colectivas, defensivas e de auto-afirmação que configuram formas de “exclusão dos que excluem” e que tendem à exacerbação de particularismos. Sobre “identidades de resistência” ver Calhoun (1994).

diferenciações indispensáveis. Ao procurar diluir uma política de homogeneidade cívica, apela ao direito a uma diversidade que se correlaciona, estreitamente, com a valorização de uma inter-multiculturalidade - cidadania diferenciada.

Requer, veementemente, o alargamento e a aplicação de “direitos de terceira geração”, direitos que surgem, progressivamente, a partir dos anos sessenta, cujo valor guia é a solidariedade e que procuram fazer a síntese do homem enquanto homem e do homem enquanto cidadão. Ao contrário das formas tradicionais de cidadania, dá particular relevo a injustiças cognitivas e a direitos cognitivos: direito ao conhecimento, à comunicação, à aprendizagem ao longo da vida..., mas também, a direitos sociais, culturais e socioculturais: direito do ambiente, direito à paz, à diferença, à infância, à cidade, a um meio ambiente sustentável, ao desenvolvimento harmonioso das culturas, ao desenvolvimento dos povos, etcétera.

Valorizando a relação cidadania/conhecimento e a dimensão ambiental das relações sociais, a cidadania em perspectiva reclama “novos direitos” mais morais do que formais, mais vagos do que os tradicionais e mais cognitivos e culturais do que sociopolíticos (“quarta geração”?). Apela à construção do “conhecimento emancipação” (conhecimento como ferramenta para a emancipação do cidadão), baseado numa solidariedade de saberes. Propõe-se ampliar direitos, outrora apenas centrados no homem, de forma a garantirem também a integridade do “património comum da humanidade” e o reconhecimento jurídico dum princípio de responsabilidade para com as gerações futuras. Amplia, assim, considerações éticas kantianas à natureza em geral e às gerações futuras, segundo o princípio de responsabilidade - “age de maneira que as consequências da tua acção sejam compatíveis com a permanência duma vida verdadeiramente humana na terra” (Jonas, 1993).

142

Por compreender outros espaços, para além do Estado-Nação, a cidadania pós-liberal também se designa de cidadania pós-nacional. A indefinição actual das fronteiras do Estado-Nação e a incapacidade crescente dos Estados tratarem dos problemas locais e globais, dificulta a definição de cidadania. Múltiplos riscos a nível global (ambientais e políticos) problematizam a relação estrita cidadania/estado. “O Estado-Nação, ao definir o domínio, os procedimentos e o objecto da cidadania, perdeu boa parte do seu poder, abalado pela dinâmica dos fluxos globais e pelas redes de riqueza, informação e poder transorganizacionais” (Castells, 2003: 420). A dimensão pós-nacional da cidadania compreende uma “cidadania da proximidade”, relacionada com fenómenos de fragmentação e uma “cidadania planetária” relacionada com fenómenos de globalização. “A aparição do local e do supranacional, como novos espaços de participação social, está associada a fenómenos de ruptura da acção política tal como era conhecida até agora” (Tedesco, 2001:108).

Em síntese, toda e qualquer cidadania é um conceito em construção historicamente situado. A cidadania clássica, legou-nos uma dimensão política que atravessa todos os aspectos de vida na polis. A cidadania moderna, cuja forma mais universal é a cidadania liberal, consolidou-se em termos de linguagem de direitos.

Legou-nos, a par de direitos de primeira e de segunda gerações e de valores universais (liberdade, igualdade e justiça social) uma forma identitária - a "identidade legitimadora", razão de ser da cidadania universal. Por sua vez, os discursos da pós-modernidade, alegam a necessidade de desconstrução da cidadania liberal e de construção de uma cidadania diferenciada atenta a "identidades de resistência", suportada por direitos de terceira e de quarta gerações e construtora de um projecto reflexivo de auto-identidade. Uma cidadania que, por ser favorecida pela sociedade em rede da era da informação, aposta em reposicionar o ser através do saber.

## 2. Conhecimento

### Reposicionar do ser através do saber

Em termos cognitivos e culturais a era da informação corresponde a um período complexo, interessante mas de sentido ambivalente. Tende a substituir as pirâmides de relações de autoridade e de saberes hierarquizados, por redes de relações cooperativas e de saberes interactivos. "Foram as novas tecnologias que libertaram as forças criadoras de redes e descentralização" (Castells, 2003: 365).

Seguindo de perto Tedesco (2001), importa reconhecer que a economia baseada no conhecimento, que caracteriza a actual sociedade do conhecimento, é muito exigente em competências cognitivas. As formas emergentes de organização social apoiam-se no uso intensivo do conhecimento e das variáveis culturais. Foi a expansão da Internet, como veículo de circulação de informação, que proporcionou à sociedade essa utilização intensiva. Não obstante, potenciou, também, preocupantes fenómenos de info-exclusão. O conhecimento e a informação, variáveis decisivas da actual estrutura social, são cruciais à participação activa e consciente do cidadão na sociedade actual. Sempre foram fonte de poder, porém agora são entendidas como a sua principal fonte. Apesar da distribuição do factor cognitivo ser potencialmente mais democrática do que a de qualquer outro factor tradicional de poder, verifica-se hoje uma forte tendência para excluir os cidadãos que não detêm determinados conhecimentos. A info-exclusão é um potente entrave ao exercício da democracia. Na realidade, "o conhecimento e a informação produzem simultaneamente fenómenos de mais igualdade e de mais desigualdade, de maior homogeneidade e de maior diferenciação" (ibidem, 99). Há estudos que evidenciam que "nas sociedades que estão utilizando mais intensivamente a informação e os conhecimentos nas suas actividades produtivas, está aumentando significativamente a desigualdade social" (ibidem, 99). A exclusão cognitiva conduz à exclusão social. Por ser entendida mais como um fenómeno pessoal do que como uma exploração de natureza estrutural ou socioeconómica é mais traumatizante. "Enquanto a exploração é um conflito, a exclusão é uma ruptura" (ibidem, 102).

A comunicação electrónica reforça o exercício da cidadania, ao aproximar o cidadão da informação. O conhecimento potenciado pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC) contribui cada vez mais para a inserção do conhecimento na cidadania e da cidadania no conhecimento. Alarga as formas de participação política

e estimula a comunicação horizontal entre os cidadãos. Mas, por outro lado, o conhecimento que as TIC potenciam ainda está reservado a uma elite relativamente pequena. Produzem maior igualdade entre os cidadãos incluídos e maior afastamento dos cidadãos excluídos. Se a produção e distribuição do conhecimento não se estender às massas excluídas da ligação às redes e desprovidas de educação do mundo inteiro, estamos a retornar a uma cidadania mais participativa mas altamente exclusiva.

Confrontações sociais, face a injustiças cognitivas, prometem ser cada vez mais profundas e virem a constituir um factor de desestabilização do “velho” modelo epistemológico que ainda nos domina. Embora, como refere Santos, B. (2000), toda a interacção social seja uma troca de conhecimentos - uma interacção epistemológica, a educação, que sempre privilegiou a transmissão de conhecimentos, ocupou-se muito pouco de questões de cidadania e os tratamentos tradicionais da cidadania ocuparam-se muito pouco com questões de conhecimento. Ao contrário, hoje reina a convicção de que a reconfiguração da cidadania não se pode limitar a tratar questões de conhecimento mas não as pode ignorar. Quando a escala das consequências do desenvolvimento tecnológico e científico engendra vivas polémicas socioambientais e quando as características ambivalentes de processos e de procedimentos da ciência e da tecnologia põem em jogo valores que só podem ser resolvidos por escolhas, há que apelar a decisões que não competem apenas às comunidades científica e tecnológica. Competem aos cidadãos, individual ou colectivamente, e apoiam-se no conhecimento. É urgente reposicionar o ser através do saber. Uma operação que não pode ignorar o conhecimento científico. Daí as questões: Que conhecimento científico? Que lugar e papel lhe auguram os discursos pós-modernos na construção da cidadania?

144

### 3. Ciência

#### Relações entre a ciência e a cidadania

As preocupações centradas na relação cidadania/conhecimento têm vindo a aumentar à medida que a ciência tem vindo a tornar-se uma força produtiva ecologicamente arrogante e que se aprofunda o “cisma” ciência-cidadania. Já há seis décadas, Haldane (1943: 8) alertava: “a democracia não pode ser total, numa altura em que a ciência afecta continuamente as nossas vidas, sem um conhecimento mais alargado da ciência”. De facto, a ideologia democrática supõe que os cidadãos possam influenciar as decisões políticas que afectam as suas vidas.

Num mundo profundamente transformado pela ciência e pela tecnologia, quando a tecnociência<sup>6</sup> se tornou objecto de conflito social e de debate político, é crucial repensar a ciência, a tecnologia, o mercado, o estilo de vida a que nos habituámos, bem como o sistema de valores e de crenças que nos rege.

<sup>6</sup> Sobre a construção do conceito de tecnociência ver M.E. Santos (1999 e 2001).

Repensar a ciência demanda um afastamento da lógica da monocultura - da via cognitiva de construção da cidadania que tem vindo a privilegiar epistemologicamente a forma de conhecimento que se costuma designar por ciência moderna. Implica ter em atenção para além de conhecimentos substantivos de ciência e de tecnologia, conhecimentos sobre ciência. Aprender sobre ciência é diferente de aprender ciência - é diferente de aprender o conhecimento científico em si. É diferente das explicações científicas sobre o mundo. Reporta-se ao “como” do saber científico. Tem a ver com a forma como o cientista conhece o que ele conhece, ou seja, com a forma como projecta, gera e usa os seus conhecimentos.

A construção de uma cidadania cultural, crítica e activa demanda, como estratégia epistemológica, ancorar os conhecimentos sobre ciência em perspectivas CTS eticamente orientadas. Perspectivas que não podem deixar de ter em conta as profundas transformações na “matriz social e tecnológica da ciência”, que as mudanças em curso estão a fazer emergir.<sup>7</sup> Faz parte do nosso sentido cívico analisar, compreender e reavaliar uma mudança que reclama ruptura com um paradigma em que se tem apoiado a ciência e a cidadania modernas - o paradigma positivista. Como refere López Cerezo (2004: 6), impõe-se que questionemos “os usos políticos do conhecimento científico, o valor económico da inovação tecnológica e dilemas éticos de algumas tecnologias”. Em suma, importa reflectir sobre o estatuto e propósitos da tecnociência o qual implica relações cidadania/tecnociência, poder democrático/poder tecnocrático, economia/ ambiente, etcétera.

### 3.1. Ciência cidadã. Rumo à “civilização” da ciência

145

A análise da “sociedade de risco” de Beck (1992) augura que estão a surgir novas relações de conhecimento, ciência e cidadãos, na modernidade tardia. Irwin (1998) diz-nos também que, a par de alguns equívocos, a pós-modernidade abre algumas esperanças ao perspectivar a emergência de uma ciência cidadã. Uma ciência que não se limita a respostas à resolução universal de problemas, que tem em conta os contextos em que os problemas são gerados, que dá voz aos cidadãos, que valoriza os conhecimentos empíricos das pessoas afectadas por ameaças ambientais e que esbate fronteiras entre laboratório e sociedade. Uma tecnociência que promove a colaboração entre ciência, tecnologia e flexibilidade social,

“Civilizar” a ciência exige romper com “o campo de extermínio unitário”, vulgarmente designado por projecto positivista. Requer uma reaproximação da ciência ao senso comum. Demanda um entrelaçar de saberes e de práticas científicas com saberes e práticas não científicas. A “ruptura epistemológica” formulada por Bachelard, e que aprofundámos em M.E. Santos (1998), separando a ciência do senso comum, foi imprescindível para constituir a ciência mas, progressiva e desnecessariamente, lançou os outros saberes do cidadão para o descrédito e subjugação à ciência. Daí os apelos B. Santos (1989) a uma “nova ruptura

<sup>7</sup> Sobre a reconfiguração da matriz social e tecnológica da ciência, ver M.E. Santos (1999, 2001 e 2005a).

epistemológica”, que rompa com a distância entre conhecimento científico e senso comum e que proporcione condições epistemológicas e sociais de emergência de novas concepções multiculturais e de uma pluralidade de conhecimentos.

O recurso mediático à circulação e divulgação da informação científica, com muitas limitações, tem vindo a procurar tornar acessível a essência das descobertas científicas ao não cientista - ao cidadão em geral. Uma reaproximação que, embora indicie esperança, frequentemente, não resiste à espectacularidade da comunicação social, aos vícios da Internet e a ortodoxias iluministas.

Construir uma “ciência para as pessoas” implica fertilizar o saber científico com outros saberes, derrubar os obstáculos epistemológicos que impedem a construção de um novo objecto do saber e a sua necessária interacção com o sujeito e estabelecer as bases epistemológicas adequadas para pensar articulações CTS. Requer o reconhecimento da necessidade da ciência encontrar um equilíbrio entre a capacidade de agir e a capacidade de prever. “Uma forma científica de regulação social que não questiona a sua capacidade de controlar as consequências da sua operação não pode, seja por que critério for, ser considerada uma forma de regulação razoável e fiável” (B. Santos, 2000: 227).

Aproximar a ciência dos cidadãos demanda o reconhecimento de casos de utilidade prática de conhecimentos empíricos de grupos de cidadãos, o que, de forma alguma, pode constituir uma regra universal. Todavia, há conhecimentos ligados a situações específicas, produzidos e postos em prática pelo próprio cidadão comum que merecem ser reconhecidos pela ciência. Destacam-se, para uma objectiva análise do risco, os conhecimentos dos cidadãos gerados em situação de risco. Há casos, sobretudo relacionados com saúde e segurança, investigados por Irwin (1998), em que tais conhecimentos proporcionam um melhor entendimento do que o proporcionado pela ciência abstracta e universal produzida em laboratório.

A ciência-cidadã insere-se no horizonte das possibilidades - no conceito do “ainda não” de Bloch (1995). Apesar da esperança que desperta, em termos de uma ciência e de uma cidadania pós-modernas, são ainda muitos os obstáculos que se lhe opõem.

### **3.2. Obstáculos epistemológicos a uma ciência cidadã**

As raras reflexões sobre a natureza da ciência, bem como sobre transformações socioambientais, têm sido reflexões epistemológicas penetradas por uma mesma filosofia. Têm-se apoiado no paradigma positivista, que corresponde à consciência filosófica do “conhecimento-regulação”. “A ciência moderna e o direito moderno são as duas faces do conhecimento-regulação” (B. Santos, 2000: 131) e o paradigma que pensa uma e outro é um obstáculo epistemológico ao “conhecimento emancipação”. Da adesão a este paradigma derivam outros obstáculos epistemológicos, dos quais destacamos:

- Quebra radical da ciência com todos os conhecimentos alternativos. Uma quebra que, desde o início da revolução científica, a ciência tem vindo a assumir e que progressivamente a transformou em produtora de “lixo cognitivo”. Como acentua B. Santos (2000), ao assumir o privilégio epistemológico positivista de ser a única forma de conhecimento válido, foi dando origem a uma dimensão epistemológica que marginaliza, suprime ou desacredita outras formas de conhecer em nome de um universalismo que dificilmente encontra eco nas sociedades actuais, crescentemente inter/multiculturais - “epistemologia do lixo”. À medida que o poder científico e normalizador das disciplinas se foi tornando uma forma de poder regulador fortíssimo, limitou drasticamente, as possibilidades de outras formas de conhecimento. De facto, como todos sabemos, a tradição científica tende a rejeitar o conhecimento e a compreensão gerados fora de instituições científicas acreditadas. Desvaloriza, genericamente, todos os conhecimentos não científicos. Consequentemente, as razões e exigências dos cidadãos, incluindo as dos que estão estrategicamente situados em contextos de risco, são facilmente rejeitadas ou entendidas como desinformadas e secundárias. Saberes empíricos de grupos de cidadãos gerados em contexto e com valor pragmático têm sido menosprezados pela ciência moderna.

- Progressiva conversão da ciência numa “forma epistemológica do espaço de produção”. À medida que a ciência se tem vindo a aproximar da tecnologia tem-se sujeitado, cada vez mais, à lógica do mercado. Passou a ser entendida como propriedade de grupos sociais que controlam o Estado e que, por essa via, têm o privilégio de transformar os seus interesses em interesses nacionais. A partir da Revolução Industrial, tem vindo a tornar-se uma força produtiva ecologicamente arrogante. De solução para os nossos problemas socioambientais, passou a ser vista como a sua causa. Na “sociedade do risco”, por mais precauções que os cientistas tomem, a sua percepção do perigo está dependente de ideais tecnicistas. Abundam casos em que a tecnociência é usada como meio de pressão para efeitos económicos, assemelhando-se a uma mercadoria dependente de financiamentos. “Em certos casos, os impérios industriais foram capazes de mobilizar em sua defesa um conjunto de cientistas tão competentes como os que se opõem aos produtos considerados perigosos, nomeadamente no caso das dioxinas e, mais ainda, no das incidências das substâncias organocloradas na saúde, na utilização de hormonas industriais, etcétera” (Duclos, 1995: 192).

- Acentuada assimetria cognitiva entre a capacidade de agir e a capacidade de prever. A ciência moderna ao negligenciar a categoria da possibilidade, tem vindo a aumentar, de forma exponencial e sem precedentes, a nossa capacidade de acção, com consequências ambivalentes que se prolongam no tempo e no espaço, e sem a acompanhar de uma correspondente capacidade de prever. “As consequências de uma acção científica tendem a ser menos científicas do que a acção científica em si mesma” (B. Santos, 2000: 30). Foi esta crescente discrepância cognitiva que separou drasticamente a intensificação da acção do descontrolo das consequências. Foi então que os riscos resultantes de intervenções tecnológicas e ambientais se multiplicaram em termos de escala, de frequência e de imprevisibilidade. De facto, os cientistas estão mais habituados a fundamentar a investigação científica em

questões do saber do que a diagnosticar problemas resultantes da sua aplicabilidade. A devoção à curiosidade livre ainda ultrapassa amplamente o sentido de integridade ambiental.

Em síntese, os obstáculos epistemológicos referidos, para além de outros de natureza social, económica e ideológica,<sup>8</sup> opõem-se à relação ciência-cidadania e estão na origem de mudanças nas assunções epistemológicas dos cidadãos sobre valores e propósitos da ciência. Reflectir sobre tais obstáculos contribui para viabilizar o seu derrube. Exige, em primeiro lugar, grandes mudanças na matriz social e tecnológica da ciência. Demanda, também, por parte do cidadão, saberes tecnocientíficos mais aprofundados e mais abrangentes e visões éticas menos segmentadas e menos localizadas (visões tipo “Nimby”) que lhe proporcionem uma acurada vigilância epistemológica e que estreitem o actual fosso de credibilidade ciência-cidadãos.

### **3.3. Fosso de credibilidade ciência-cidadãos. Assunções epistemológicas dos cidadãos**

Outrora fonte de segurança, a ciência tornou-se fonte e risco. Assim, de uma confiança cega na ciência, o cidadão passou a uma desconfiança generalizada, nem sempre justificada e muitas vezes injusta. Na realidade, não podemos ignorar que há múltiplos casos de cientistas críticos e altruístas que colocam o seu saber ao serviço da opinião pública, designadamente através das ONGs.

148

A tradicional fé cega do cidadão na ciência, na técnica e na indústria, levou-o a acreditar nas capacidades destas para resolver qualquer problema, seja presente seja futuro. Obliterou vigilâncias e denúncias oportunas, negligenciou o preenchimento de lacunas cognitivas e desmobilizou a participação do cidadão em decisões que nos afectam a todos.

O actual fosso de credibilidade reflecte uma ciência menos credível, fiável e sustentável. São sobretudo os juízos dos cidadãos sobre segurança e risco que espelham desconfiança nas instituições científicas e sociais que decidem em sua representação. A profunda suspeição do cidadão relativamente à ciência despertou-nos para a necessidade de uma cidadania cognitivamente reforçada - uma cidadania mais científica.

As actuais assunções epistemológicas do cidadão são alimentadas pela “guerra das ciências”, que “tem gerado mais calor do que luz”, pelas investigações científicas que servem mais para reforçar a ordem social existente do que para facilitar reflexões informadas para decisões dos cidadãos, e pela dependência da ciência de “lobbies” e de governos, em situações sociais de conflito em que a ciência é vista como servindo interesses económicos e políticos. Por outro lado, o fosso de credibilidade entre cidadãos e ciência vai-se aprofundando à medida que a ciência:

<sup>8</sup> Outros obstáculos no caminho para uma cidadania renovada, para além de obstáculos epistemológicos, são desenvolvidos em M.E. Santos (2005b).

- Alardeia condições seguras, porque laboratorialmente controladas, para fórmulas de resolução universal de problemas (mito do universalismo), com base em valores universais, sem ter em conta os contextos reais em que os problemas são gerados. Fórmulas que pretende impor a contextos bem delimitados e identificados, mesmo quando estes têm condições para se constituírem em autênticos “laboratórios vivos”. Destes, Irwin (1998) assinala: BSE e consumidores, Chernobyl e residentes, pesticida 2,4,5-T e trabalhadores agrícolas, incineração de resíduos tóxicos e comunidades locais, etcétera.
- Se apresenta como detentora de verdades absolutas (mito do dogmatismo), mesmo, quando são cada vez mais óbvias \*reas de insegurança (ambiente, saúde, alimentação...) que, embora legítimas, não são assumidas. Tal atitude não incentiva metodologias investigativas em que os valores são explicitados e em que as incertezas em vez de ocultadas são geridas;
- Sob um manto diáfano de pureza, de curiosidade e de mérito de procedimentos e de resultados científicos (mitos da imparcialidade e do desinteresse), oculta vinculações a interesses particulares, a motivações de natureza pessoal, a ideais tecnicistas e a pressões do mercado para legitimar o poder, mesmo quando a investigação mostra que o aval científico serve muitas vezes de caução a políticas estatais e tecnocráticas;
- Se assume apenas movida por valores internos e de suspensão do juízo até dispor de provas empíricas suficientes (mitos do internalismo e da neutralidade), quando há numerosas investigações que evidenciam que a tecnociência reforça os valores e o poder daqueles que o possuem, em detrimento dos mais desfavorecidos;
- Silencia promessas brilhantes e ambiciosas não cumpridas e alardeia vitórias reais. Não obstante, os factos também mostram que a promessa da ciência moderna de, através da criação da riqueza, chegar a uma sociedade mais justa e livre, não se concretizou. Ao contrário, o chamado Terceiro Mundo continua a ser espoliado e há um abismo cada vez maior entre o Norte e o Sul;
- Se proclama de natureza essencialmente contemplativa, quando alimenta tecnologias que, em muitos casos, agravam os nossos problemas socioambientais, oferecendo um grande número de soluções para problemas que não existem e soluções duvidosas para os problemas que existem;
- Alimenta “lobbies” constituídos por certos grupos científicos e industriais que menosprezam direitos de terceira geração. Negligencia, particularmente, o direito do ambiente. Encosta-se a fragilidades da fiscalização e/ou a insuficiências do direito tradicional, cujas respostas, no âmbito do contrato social vigente, embora melhoradas, são ainda demasiado fracas.

Em síntese, é crucial conscientizar os obstáculos que se opõem às esperanças numa ciência cidadã. Mas, mais do que isso, viabilizá-la implica o derrube dos obstáculos epistemológicos que têm vindo progressivamente a insinuar-se na ciência moderna

e que aprofundam o fosso de credibilidade ciência-cidadãos. Depois de uma confiança cega na ciência e na tecnologia, hoje, é a falta de confiança epistemológica do cidadão na ciência que contribui para o “cisma” ciência-cidadão. Tal obriga-nos a repensar novas dimensões epistemológicas. Demanda, também, projectos de educação científica epistemologicamente fundamentados. Projectos na linha de projectos de Educação CTS.

#### 4. Educação CTS

##### Projectos e práticas educativas para uma “nova” cidadania

A educação CTS, apontando para uma diversidade de perspectivas e para uma “constelação” de conhecimentos interactivos, insere-se numa “aventura” epistemológica radicada num diálogo de saberes, que está a traçar os contornos de um do “novo” ethos da ciência e de uma “nova” cidadania.

Como todos sabemos, a conceptualização CTS presta especial atenção a modos de articular ciência/tecnologia com a sociedade e com situações que permitam debates éticos e culturais. Demarca-se de ópticas vincadamente académicas e aproxima-se de ópticas baseadas nas realidades quotidianas. É particularmente sensível ao estabelecimento de novas relações entre o ser e o saber. Afasta-se da racionalidade científica, típica do positivismo, e abre caminho à construção de novas racionalidades.<sup>9</sup> Com esta construção não se trata de incorporar uma “nova” racionalidade - racionalidade CTS - noutras, nem de amalgamar as lógicas científica, tecnológica e socioambiental, mas de convocar diferentes matrizes de racionalidade (científica, tecnológica, social, cultural, etc.), questioná-las, dialogar com todas, mas diferenciar-se delas.

150

A racionalidade CTS abre-se à construção de uma cidadania a que chamámos de pós-moderna. Propõe-se refundamentar o saber sobre o mundo, não expulsando a razoabilidade e fazendo ressaltar a importância da contextualidade. Configura mudanças na compreensão do mundo e no modo de exercer e exercitar a cidadania. Opõe-se ao cientismo e à tecnocracia. Situa-se no cruzamento de campos de internalidades e de externalidades da cultura científica. Põe em relevo formas de legitimação de saberes, de valores e de direitos. Rejeita visões que têm a pretensão de conhecer todos os problemas do nosso tempo. Radica numa perspectiva não-essencialista. Combate o totalitarismo e a unidade do conhecimento. Abre-se à incerteza, ao risco, ao campo da acção, à diversidade e à diferença. Tende a conviver com o dissenso e com a comunicação dialógica. Põe em relevo processos de construção de novas subjectividades através do encontro com o outro. Processos

<sup>9</sup> “Tradicionalmente, o significado de “racionalidade” é associado à nossa capacidade de discernir propriedades, estabelecer relações e construir argumentos para apresentar e defender nossas crenças, exibindo uma dupla e mutuamente relacionada dimensão” (Reigner, 2003: 275). Segundo Toulmin (2001), é a articulação de racionalidades e de razoabilidades que configura o “conhecimento prudente para uma vida decente”.

que valorizam, como estratégia epistemológica, o diálogo de saberes propício à construção de novas identidades e de novas realidades conducentes à emergência de decisores mais esclarecidos e de cidadãos mais conscientes e mais responsáveis.

Razões pedagógicas, mas também de natureza utilitária, democrática, cívica, cultural e moral apelam a racionalidades CTS. Elas são essenciais para ultrapassar o fosso cognitivo ciência-cidadãos, para que os cidadãos possam apreciar a ciência como elemento da cultura contemporânea e para que possam dar sentido a problemáticas socioambientais.

Aderir a racionalidades CTS parece-nos crucial ao necessário esbatimento de fronteiras artificiais, que ainda separam o activismo CTS, a investigação académica CTS e a educação CTS.

O "activismo CTS" centra-se na dimensão social da ciência e da tecnologia mas o seu foco principal são as consequências sociais da tecnociência, enquanto força produtiva ecologicamente arrogante. Destaca-se por uma clara projecção prática. Dá grande relevo a problemas políticos, éticos e socioambientais e a acções de protesto radicadas numa cultura CTS. Tem ligações directas à cidadania entendida no seu sentido mais clássico - ligações à participação activa, mas também à "nova" cidadania por se apoiar na cultura e no conhecimento. Articula-se com movimentos socioambientalistas que têm influenciado alguns governos a não se manterem alheios à problemática CTS.

Por sua vez, a "investigação académica CTS" centra-se numa análise de tipo conceptual e em estudos empíricos relacionados com a dimensão social da ciência e da tecnologia. Foca, os antecedentes científicos e tecnológicos dos problemas sociais, mas não tem como intenção explícita uma projecção prática e política imediata. É, contudo, um poderoso estímulo à construção de conhecimentos e de reflexões indispensáveis a tal projecção. Aponta para uma cidadania que, articulando reflexão e acção, não prescinde do conhecimento. Potencia a cidadania entendida no sentido pós-moderno. Necessariamente, activismo e investigação CTS têm múltiplos cruzamentos com a Educação CTS. "A investigação CTS tem usos educativos no ensino superior e a 'educação CTS', como campo, tem uma importante componente investigativa" (López Cerezo, 2004: 13).

A Educação CTS pretende-se uma forma do cidadão atingir o "conhecimento emancipação". Propõe-se projectar a aprendizagem para o contexto do mundo real e não se pode desligar da participação. De um modo geral, corresponde a modalidades educativas propícias a abordagens formativas problemáticas, de natureza holística. Na medida em que se interessa por aspectos éticos, culturais e políticos de cada situação, abarca, para além das ciências naturais, os estudos sociais, a geografia, a filosofia, a religião, a história... Prende-se com a denúncia de metas e valores que se ligam à ideologia do positivismo iluminista, ao pragmatismo comercial e ao consumismo. Tem como alvo a maior parte da população que, por aprendizagens formais e não formais, necessita ser preparada para funcionar melhor na sociedade, para lidar melhor com questões que afectam as suas vidas.

#### 4.1. Educação CTS em termos escolares. Inserção da construção da cidadania no ensino disciplinar

Em termos escolares, a educação CTS procura aproximar-se de uma racionalidade CTS. Insere-se numa mutação disciplinar de sentido humanista e cultural. Inclui juízos, reflexões e acções sobre o exercício da cidadania permeando o ensino substantivo das disciplinas. Tende a traduzir-se em diferentes modalidades curriculares. Modalidades que valorizam vectores tais como o diálogo de saberes, a educação para os valores, a educação para os direitos humanos, a pedagogia de projecto, a construção da cidadania, a aula como espaço de participação, etcétera.

No nosso entender, o processamento escolar da educação CTS tem vindo a concretizar-se de forma algo controversa. As finalidades, métodos e conteúdos CTS são muito diversificados. As práticas revelam-se particularmente difíceis. Porém, de um modo ou de outro, a trilogia de ideias que a sigla CTS traduz tem tido uma importância crescente e decisiva no ensino disciplinar e muito particularmente no ensino das ciências.

O ensino de ciência em termos CTS abre-se a questões do tipo: Porque é que a ciência e a técnica já não se ufanam da sua modernidade? Porque é que a tecnociência é, crescentemente, posta em causa por grupos de cidadãos? Porque é que estes passaram a exigir-lhe explicações, e a impor-lhes normas de actuação? Porque é que a progressão da ciência e da técnica, em clara aceleração, vai produzindo uma crescente influência negativa na configuração da sociedade nos planos económico, político, simbólico-cultural e na forma de exercer a cidadania? Porque é que promete aos industriais grandes lucros? Porque é que negocia com o estado protecção, subsídios e bolsas em troca de prestígio internacional e de reforço dos poderes civis e militares?, etcétera.

152

Tais questões mostram até que ponto projectos escolares de educação CTS implicam uma ruptura com a tradicional “concepção de ensino de ciência pura” e se aproximam da “concepção CTS de ensino das ciências”. Uma concepção que requer um ensino científico que não se feche no interior das lógicas disciplinares e que, para além de uma legitimidade científica, tenha preocupações com uma legitimação social, cultural e política.

A “concepção CTS do ensino das ciências” rompe com o estilo discursivo de natureza internalista que a escola tem adoptado na apresentação da natureza da ciência e que serve mais para excluir e marginalizar do que para autorizar os cidadãos. Demanda que se ultrapassem mitos ancestrais sobre a ciência em que o ensino escolar tem sido fértil.<sup>10</sup> Requer saber que a ciência não é una e que os seus métodos não são universais. Não reduz toda a ciência à “ciência pura” nem todos os

<sup>10</sup> Mitos ancestrais sobre a ciência, cultivados particularmente pelo ensino escolar, foram aprofundados em Santos, M-E. (1999 e 2001).

processos de produção da ciência ao mítico “método científico”. Não confina o “ethos” da ciência ao “ethos” da ciência moderna e começa a não ignorar o “modo 2” de produção da ciência. Começa a ter presente que aprender sobre ciência moderna é diferente de aprender sobre a tecnociência ou ciência pós-moderna. Propõe-se entender a evolução da ciência nos contextos dessa evolução, procurando estar atenta a mutações que traduzem a dinâmica, complexidade e ambivalências de tal evolução.

Noutros trabalhos (M.E. Santos, 1999, 2000 e 2001), temos vindo a destacar a “concepção CTS de ensino das ciências” como uma inovação escolar com um papel crucial na “educação pela ciência” e na “educação sobre ciência” e a investigar a incidência de tal concepção em manuais escolares.

Aqui, numa perspectiva de “aprendizagem ao longo da vida”, é nossa intenção sair do campo estritamente escolar. Vamos tentar ampliar o contributo da educação CTS à sociedade em geral tendo em vista a compreensão pública da ciência e a expansão das possibilidades práticas da cidadania.

#### **4.2. “Cientificar” a cidadania. Compreensão pública da ciência**

As tentativas de superação dos problemas socioambientais têm-se intensificado onde a informação pública tem contribuído para o crescimento do “conhecimento emancipação” entre os cidadãos e onde tem melhorado a organização dos cidadãos em movimentos diversos. A própria evolução das políticas governamentais em situações de risco tem acompanhado uma certa evolução dos conhecimentos dos cidadãos relativos a ciência, risco e cidadania.

153

As possibilidades práticas da cidadania dependem da nossa forma de “viver” o ambiente mas também da nossa forma de conhecer o ambiente. Dependem do recurso a conhecimentos argumentativos capazes de potenciar debates socioepistemológicos sobre aspectos sociais e técnicos que influenciam e são influenciadas pela produção do conhecimento tecnocientífico.

A “cientificação” da cidadania, seguindo tipologias próximas da educação CTS, é uma forma de levar o cidadão a defender-se dos monopólios de interpretação, da renúncia à interpretação e de se implicar no diálogo e conflito de saberes. Demanda a compreensão pública da ciência em que se têm implicado projectos educativos historicamente situados:

- O “movimento ciência para o povo” dos anos 70 preocupou-se com a transmissão de melhores informações tecnocientíficas ao cidadão através de uma disseminação descendente - do cientista ao cidadão. Procurou alcançar uma certa desmistificação da ciência. Manteve, contudo, a “perspectiva esclarecedora” de raiz iluminista. Fez “tabula rasa” dos conhecimentos e crenças dos cidadãos. Tal como a escola, a sociedade em geral não teve em atenção que, mais do que o recurso a estratégias de aquisição conceptual, havia necessidade de implementar

estratégias de mudança conceptual.<sup>11</sup> Investigações centradas nos resultados alcançados, designadamente as de Irwin (1998), apontam para limitações e incertezas do público em termos práticos. Evidenciam que os grupos de cidadãos que era suposto serem iluminados pela ciência desvalorizavam o conhecimento recebido - o conhecimento autoritário da modernidade.

• Hoje, há experiências construtivas de “cientificação” da cidadania que se afastam, à partida, de uma apresentação “asséptica”, descendente, autorizada e cientificamente validada. Procuram, em primeiro lugar, adequar-se às perspectivas dos cidadãos, contrariando o pressuposto da “tabula rasa”. Conscientes de que a constelação de factos, dos quais o cidadão é o centro, é diferente da dos especialistas, têm especial atenção às assunções epistemológicas dos cidadãos e às suas percepções sobre questões sociotecnocientíficas. São considerados casos de êxito, em que o conhecimento científico transmitido é particularmente valorizado por grupos de cidadãos, aqueles que, embora apoiados academicamente, assentam em conhecimentos gerados contextualmente. Formas que não dissociam o “conhecer” do “viver” nem as dádivas das solicitações. “Procuram mobilizar recursos científicos de origens diversas para responder a problemas de populações locais, de comunidades, de grupos de cidadãos, através de formas de participação de todos os interessados e de processos democráticos de decisão” (B. Santos, 2003: 219). É de destacar uma forma de mediação entre a tecnociência e o cidadão - as “science shops”. Sediadas em Universidades europeias, constituem experiências construtivas de “conhecimento para a acção”. Segundo Irwin (1998), alteram a relação fundamentalmente desigual entre “ciência”, enquanto fonte de conhecimento, e “cidadãos”, enquanto receptores desse conhecimento. Para além das *science shops*, há outros exemplos de práticas de tipo CTS que fazem renascer a esperança de uma frutuosa interacção Ciência/Tecnologia/Cidadania (*community-based research*, colaborações entre instituições de investigação e as ONGs, etcétera).

154

Em síntese, precisamos reflectir sobre os obstáculos e sobre as “novas” assunções epistemológicas dos cidadãos - uns e outros separam-nos da ciência-cidadã. Precisamos de reflectir, também, sobre experiências construtivas em curso, quer formais quer não formais, para aprendermos a partir delas. Há experiências escolares de ensino CTS de ciências bem sucedidas a que é essencial dar continuidade. Por outro lado, há experiências que envolvem relações estreitas entre especialistas e a população que incentivam as ambicionadas ligações ciência/cidadãos/tecnologia e cujos resultados e métodos têm sido bem aceites pela população atingida.

<sup>11</sup> Estratégias de mudança conceptual, bem como a sua fundamentação epistemológica, foram desenvolvidas e fundamentadas com base na epistemologia bachelardiana em M.E. Santos (1998).

## Conclusões

A crise socioambiental que nos afecta a todos exige que se repensem diferentes dimensões da cidadania de forma a atingir uma cidadania renovada que demande um novo contrato social. Um contrato atento ao direito à diferença e ao direito do ambiente, que concilie a modernidade económica com a pós-modernidade científica e cultural, que expanda direitos cognitivos, que favoreça uma política de diversidade cultural e que subverta tanto a exclusão de conhecimentos favorecidos pelo universalismo a priori, típico do positivismo científico, como a info-exclusão. Um contrato que não delegue, sistematicamente, nos que “sabem” e/ou nos que “detêm o poder as nossas responsabilidades de cidadania e que não identifique “progresso” com crescimento económico e com a máxima possessão de bens - produção intensiva e consumo crescente. Um contrato que renuncie aos actuais modelos civilizacionais não distributivos e não generalizáveis apoiados num desenfreado desenvolvimento tecnocientífico e em modelos de crescimento económico e de prosperidade que nos mergulharam a todos numa profunda crise global. Um contrato que reavalie as relações cidadania, ciência e epistemologia.

A “nova” cidadania reclama uma acurada vigilância sobre as actuações dos especialistas. Há decisões que, exigindo abordagens rigorosas e altamente especializadas, dão a quem controla os conhecimentos tecnocientíficos demasiado poder. Tal poder pode ser temperado com a “voz” cientificamente informada dos cidadãos, mas também com o valor prático dos conhecimentos do cidadão gerados em contexto, no dia-a-dia. “Dar voz” aos cidadãos, tornando-os menos dependentes dos peritos e mais vigilantes sobre as suas actuações”, demanda a democratização do conhecimento, a “civilização” da ciência, a “cientifização” da cidadania e práticas de educação CTS ao longo da vida individual e colectiva.

155

Em suma, para além de um desafio à “ciência tal qual se faz”, no sentido de encontrar novas formas de operar na sociedade do conhecimento, importa desafiar a escola e a sociedade em geral a que prepare o cidadão, através da “ciência tal qual se diz”, para processos auto-reflexivos e decisórios.

## Bibliografia

BECK, U. (1992): *Risk society: toward a new modernity*, Londres, Newbury.

BLOCH, E. (1995): *The principle of hope*, Cambridge, MIT Press.

CALHOUM, G. (1994): *Social theory and the politics of identity*, Oxford, Blackwell.

CASTELLS, M. (2003): *O poder da identidade*, Lisboa, Gulbenkian.

DUCLOS, D. (1995): "O mundo científico e os problemas do ambiente", M. Beaud et al. (eds.) *Estado do ambiente no mundo*, Lisboa, Instituto Piaget, pp 191-195.

GIDDENS, A. (1991): *Modernity and self-identity*, Stanford, University Press.

HAARSCHER, G. (1997): *Filosofia dos direitos do homem*, Lisboa, Instituto Piaget.

HALDANE, J. (1943): *Science and everyday life*, Harmondsworth, Penguin.

IRWIN, A. (1998): *Ciência cidadã*, Lisboa, Instituto Piaget.

JONAS, H. (1993): *Le principe responsabilité*, Paris, CERF.

156

LÓPEZ CERREZO, J. (2004): "Aprender participando: Nuevas realidades sociales y nuevos retos de la educación CTS", *III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências*, Universidade de Aveiro.

MARSHALL, T. (1950): *Citizenship and social class*, Cambridge, University Press.

REIGNER, A. (2003): "Uma nova racionalidade para a ciência?", in B. Santos (ed). *Conhecimento prudente para uma vida decente*, Porto, Afrontamento.

SANTOS, B. (2003): *Conhecimento prudente para uma vida decente*, Porto, Afrontamento.

\_\_\_\_\_, B. (2000): *A crítica da razão indolente*, Porto, Afrontamento.

\_\_\_\_\_, B. (1989): *Introdução a uma ciência pós-moderna*, Porto, Afrontamento.

SANTOS, M.E. (2005a): *Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* (Tomo I), Lisboa, Santos Edu.

\_\_\_\_\_, M.E. (2005b): *Que educação? Para que cidadania? Em que escola?* (Tomo II), Lisboa, Santos Edu.

\_\_\_\_\_, M.E. (2001): *A cidadania na "voz" dos manuais escolares. O que temos? O que queremos?*, Lisboa, Horizonte.

\_\_\_\_\_, M.E. (2000): "Reflexos do 'ethos' da ciência actual na concepção CTS de ensino das ciência", in I. Martins (ed) *O movimento CTS na Península Ibérica*, Aveiro, Universidade de Aveiro, pp. 183-205.

\_\_\_\_\_, M.E. (1999): *Desafios pedagógicos para o século XXI*, Lisboa, Horizonte.

\_\_\_\_\_, M.E. (1998): *Mudança conceptual na sala de aula*, (2ª ed.), Lisboa, Horizonte.

TEDESCO, J. (2001): "La educación y la construcción de la democracia en la sociedad del conocimiento", CNE, *Educação, competitividade e cidadania*, Lisboa, CNE.

TOULMIN, S. (2001): *Return to reason*, Cambridge, University Press.

TOURAINÉ, A. (1995): «La formation du sujet», Dubet e Wierviorka (eds) *Penser le sujet*, Paris, Fayard, pp. 21-46.

WILKINS, C. (1999): "Making good citizens", *Oxford Review of Education*, 25 (1 e 2), 217-230.



## La participación pública en sistemas tecnológicos. Lecciones para la educación CTS

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

Aprender a participar se ha convertido cada vez más en un imperativo de la educación científica y tecnológica contemporánea. El presente artículo registra algunos resultados de un proyecto de investigación orientado a promover dicha participación mediante un conjunto de didácticas. Para ello se han revisado tanto los aspectos conceptuales como las experiencias de participación pública a nivel internacional, con el objetivo de extraer elementos que permitan desarrollar estrategias de aprendizaje de la participación pública en cuestiones de ciencia y tecnología. Tales estrategias de aprendizaje se han propuesto tomando como unidad de análisis el concepto de sistema tecnológico. Mediante la noción de sistema tecnológico es posible aprender a participar públicamente. Las didácticas propuestas son: los grupos focales, la mediación, el caso simulado, y el ciclo de responsabilidad; todas ellas en función de la participación pública de cuestiones relacionadas con los sistemas de agua potable, salud y agricultura del contexto colombiano.

159

**Palabras clave:** sistema tecnológico, participación pública, educación tecnológica, educación CTS.

*Learning to participate has become increasingly crucial in today's scientific education and contemporary technology. This article discloses some of the results of a research study which promotes such participation by means of different teaching techniques/approaches. Conceptual aspects as well as the public participation at an international level have also been revised to extract elements that will allow the development of learning strategies of public participation in issues related to science and technology. These learning strategies have been suggested taking the concept of technological system as the unit of analysis. It is possible to learn to participate through the notion of technological system. The proposed didactics are: focal groups, mediation, simulated cases, and the cycle of responsibility; all of which are to be considered in relation to the public participation in matters related to drinking water, health, and agriculture in the Colombian context.*

**Key words:** technological system, public participation, technological education, STS education.

## Introducción

En las últimas décadas, y como resultado de la evolución de las políticas públicas científico-tecnológicas, se ha venido hablando sobre participación pública en ciencia y tecnología. Según Renn, Webler y Wiedemann (1995), la participación pública se refiere a espacios organizados para intercambiar propósitos que faciliten la comunicación entre el gobierno y una diversidad de grupos sociales (incluido el público involucrado y directamente afectado, como la comunidad científica e ingenieril), en función de una decisión específica o problema a considerar. La participación pública implica una cantidad equivalente de participantes con sus formas de pensar y una orientación enfocada a resolver problemas de forma consensuada.

El presente artículo muestra brevemente algunos de los resultados de un proyecto de investigación en el que se ha partido de las experiencias de participación pública en ciencia y tecnología en el contexto internacional, con el fin de analizar casos específicos de participación en el ámbito colombiano, en particular los llevados a cabo en sistemas tecnológicos de agua potable, agricultura y salud, de tal forma que pudieran ser valorados para implementar procesos formativos de educación CTS.<sup>1</sup>

El proyecto generó dos tipos de productos. Por un lado, un disco compacto que contiene una estrategia de aprendizaje sobre la relación Tecnología-Sociedad, para docentes y alumnos del nivel de la básica secundaria y media, como parte del componente formativo de Educación en Tecnología de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.<sup>2</sup> Y, por otro lado, la elaboración de un Manual de educación CTS para estudiantes de las facultades de ingeniería.

El estudio de la participación pública en cuestiones de ciencia y tecnología contribuyó a consolidar los objetivos de la educación CTS vinculados al proceso de elaboración de ambos productos. Y facilitó el conocimiento de otros enfoques de participación pública susceptibles de ser aplicados en procesos educativos. Nos referimos con ello al uso de modelos como la “mediación” y los “grupos focales”, siendo el primero de uso corriente en resolución de conflictos.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> El proyecto “La participación pública en los sistemas tecnológicos: lecciones y experiencias para la educación en tecnología con enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad” se realizó gracias al apoyo de Colciencias, con la colaboración de la Universidad del Valle y la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

<sup>2</sup> Al respecto hemos propuesto un eje de trabajo que permite el diseño curricular del componente “Tecnología y Sociedad”, a través de la relación Conceptos-Contextos-Temas; dicho eje se ha estructurado en una guía para el docente y otra para el alumno. En el caso de los alumnos, mediante el diseño de 13 talleres en los temas de agua potable, salud y agricultura, en contextos locales. Todos estos talleres plantean didácticas enfocadas a la participación pública, las didácticas son: dilemas éticos; la investigación monográfica y el análisis de lecturas; análisis de situaciones y comprensión sistémica; el portafolio-didáctica de los medios; los grupos de discusión; la mediación; y el caso simulado.

<sup>3</sup> En América Latina se cuenta hoy en día con una importante experiencia de educación CTS, a través de Casos Simulados. Éstos, elaborados por el Grupo Argo de España, han sido experimentados en numerosas aulas de Iberoamérica por más de 1000 docentes de educación secundaria y media, gracias al proceso formativo que ha adelantado la OEI, a través del “Curso sobre el Enfoque CTS en la Enseñanza de las

El abordaje de la participación pública en didácticas específicas de trabajo en temas de agua potable, salud y agricultura del contexto local (ciudad de Cali) y regional (Valle del Cauca) en Colombia, ha partido de los sistemas tecnológicos como unidad de análisis. Esta unidad de análisis en sistemas tecnológicos puntuales se ha tenido en cuenta en los dos productos del proyecto.

En el presente artículo sólo nos vamos a referir al Manual de Educación CTS para estudiantes de ingeniería. Veremos, en primer lugar, una breve referencia al concepto de sistema tecnológico, sobre la base de tres grandes enfoques, a pesar de que en este proyecto hemos revisado otros enfoques sobre la comprensión sistémica de la tecnología. Luego abordaremos la participación pública, la cual incluye hoy en día una diversidad de formas probadas en numerosos países. Entre tales modelos se pueden contar: las audiencias públicas, las reuniones públicas, los grupos focales, las encuestas, los comités asesores de ciudadanos, los referendos, la negociación, las conferencias de consenso, la mediación, entre otros (Renn, Webler y Wiedemann, 1995; López y González, 2002). En el apartado final de este trabajo mostraremos, desde una perspectiva didáctica, las características de dos de estas modalidades: los grupos focales y la mediación.

## **1. El concepto de Sistema Tecnológico**

El sistema tecnológico constituye una unidad apropiada para el aprendizaje de los temas relacionados con la educación para la participación pública, como parte de la educación en ingeniería, desde los enfoques en ciencia, tecnología y sociedad. El concepto de sistema es afín a los procesos de educación en ingeniería, hace parte de la práctica de la ingeniería desde los años 50, inicialmente como un desarrollo de pasos de investigación (Checkland, 1981). No obstante dicha tradición, implícita en la formación de los ingenieros, hemos usado para el proyecto otro recurso de análisis, concentrado en la presentación de los sistemas tecnológicos desde posturas sociológicas e históricas, que permiten ver la articulación entre la tecnología y la sociedad. Veamos entonces tres maneras de entender a los sistemas tecnológicos.

161

### **1.1. El sistema tecnológico como un sistema de acciones**

Comencemos con el que nos presenta Quintanilla (1998). En este caso, la tecnología sería un sistema de acciones intencionalmente orientado a la transformación de objetos concretos para conseguir de forma eficiente un resultado que se considera valioso (Quintanilla, 1988). El autor insiste en que cualquier realización técnica concreta, independientemente de su magnitud y complejidad, presenta esa doble dimensión, física y social, de artefactos y de organizaciones, que obviamente es más visible en los grandes sistemas tecnológicos. Sobre la base de esta consideración,

Ciencias". Los casos simulados guardan una cierta relación con uno de los modelos de participación pública más exitosos en diversos países de Europa y recientemente en Iberoamérica, como son las conferencias de Consenso.

un sistema tecnológico sería un dispositivo complejo, compuesto de entidades físicas y de agentes humanos cuya función es transformar algún tipo de cosas para obtener resultados característicos del sistema.

En un trabajo posterior, Quintanilla (1998) precisa la caracterización del sistema técnico a partir de componentes, estructuras y objetivos. Veamos esta propuesta, pero en el contexto de un sistema de agua potable:

**Componentes materiales:** se trata de las materias primas que se utilizan y se transforman en el sistema (las fuentes de recursos hídricos); la energía que se emplea para las operaciones del sistema; y el equipamiento, es decir, los componentes técnicos del propio sistema (las estaciones y acueductos, las redes de distribución de agua, etcétera).

**Componentes intencionales o agentes:** la diferencia principal entre un artefacto y un sistema técnico es que el sistema requiere la actuación de agentes intencionales (un acueducto local sin operarios que lo hagan funcionar y controlen su funcionamiento no sería un sistema técnico). Los agentes de un sistema son generalmente individuos humanos, caracterizados por sus habilidades, sus conocimientos y valores, y que actúan bien sea como usuarios (que es cuando ejercen su derecho a la participación pública), como operadores manuales, o como controladores o gestores del sistema. En sistemas complejos estas funciones pueden ser ejercidas por individuos diferentes, pero también es posible que varias de esas funciones las ejerza la misma persona, e incluso es posible que parte de ellas sean transferidas a mecanismos de control automático.

162

**La estructura del sistema:** está definida por las relaciones o interacciones que se producen entre los componentes del sistema. Se distinguen dos tipos: relaciones de transformación y relaciones de gestión. Entre las primeras estarían los procesos físicos que se producen en los componentes materiales del sistema y las acciones de manipulación que llevan a cabo los agentes intencionales. En un sistema de agua potable, los procesos de potabilización pertenecen a los del primer grupo; mientras que el mantenimiento y suministro de las redes, así como la estructura tarifaria pertenecen a las relaciones de gestión. Las relaciones de gestión son también relaciones entre los componentes del sistema, pero en ellas lo que cuenta no son las transformaciones materiales que se producen entre los componentes, sino el flujo de información que permite el control y la gestión global del sistema.

**Los objetivos:** se supone que un sistema técnico se diseña y se utiliza para conseguir unos determinados objetivos o realizar determinadas funciones, por ejemplo, el abastecimiento de agua potable a una comunidad. Para caracterizar un sistema técnico es muy importante definir bien sus objetivos, de ser posible en términos precisos y cuantificables, de manera que el usuario del sistema sepa qué puede esperar del mismo.

**Los resultados:** en general el resultado de una acción intencional no coincide completamente con los objetivos de la acción. Puede suceder que parte de los

objetivos no se consigan (o no se consigan en la medida prevista) y que además se obtengan resultados que nadie pretendía obtener. Por eso, para caracterizar y valorar cualquier sistema técnico es importante distinguir entre los objetivos previstos y los resultados realmente obtenidos. Por ejemplo, es probable que busquemos una solución de agua potable a través de un pozo profundo para una localidad, pero puede resultar que buena parte de esta agua resulte contaminada.

### 1.2. El sistema tecnológico alcanza *momentum*

Otro modelo de sistema tecnológico lo propone Hughes (1983, 1987, 1994); permite mostrar con mayor detalle la interacción entre las partes y el todo, propio de una noción sistémica; y, por otro lado, nos da una cierta idea de la dinámica de la tecnología.

Para Hughes (1983, 1987, 1994), los sistemas tecnológicos contienen complejos y desordenados componentes de solución de problemas. Los componentes de los sistemas tecnológicos son artefactos físicos, los cuales pueden ser analizados como subsistemas en función de los sistemas que incluyen. También las organizaciones son componentes de los sistemas tecnológicos, entre las que se cuentan: empresas de manufactura, compañías de servicio público y bancos de inversión. Se incluyen también los componentes usualmente descritos como científicos: libros, artículos, enseñanza universitaria y programas de investigación. Los artefactos legislativos, tales como leyes, pueden hacer parte de los sistemas tecnológicos. Igualmente los recursos naturales pueden ser considerados como artefactos de un sistema tecnológico.

163

Las personas, inventores, científicos industriales, ingenieros, gerentes, financieros y trabajadores, son componentes del sistema pero no deben ser considerados como artefactos del mismo. Ellos tienen grados de libertad que no poseen los artefactos y que se pueden expresar en el diseño del sistema y en sus funciones, además retroalimentan la ejecución de las metas del sistema y corrigen así los errores. El grado de libertad ejercida por las personas en un sistema, en contraste con la ejecución rutinaria relacionada con el desempeño del trabajo mismo, depende de la madurez y el tamaño o autonomía de un sistema tecnológico (Hughes, 1987: 54).

La importancia del trabajo de Hughes radica en la concepción de la dinámica del sistema tecnológico, en términos de lo que llamó "momentum tecnológico", o la propensión de las tecnologías por desarrollar trayectorias previamente definidas en un determinado momento de su desarrollo. Dice Hughes que cuando un sistema es joven el entorno configura el sistema. A medida que el sistema va siendo mayor y más complejo, va cobrando impulso o *momentum*, por lo que el sistema es cada vez menos configurado por su entorno y se convierte en el elemento que más configura el entorno; en otras palabras, el sistema configura la sociedad y es configurado por ella. La interacción de los sistemas tecnológicos y la sociedad no es simétrica a lo largo del tiempo, los sistemas tecnológicos en evolución dependen del tiempo.

### 1.3. El socioecosistema tecnológico

Por último podríamos mencionar el enfoque propuesto por Wynne (1983), Schienstock (1994), González et al (1996) y López Cerezo y González (2002), el cual rescata con mayor fuerza el tema de la participación pública. En principio se parte desde una perspectiva que enfatiza los aspectos sociales sobre los técnicos, en donde las tecnologías serían formas de organización social que implican de manera característica a la producción y uso de artefactos, así como a la gestión de recursos.

Wynne (1983, citado por González, et al, 1996), propone incluir la participación externa en la evaluación de los sistemas, especialmente a los posibles usuarios, frente a la tradicional forma centrada solo en los expertos y gestores. Esto significa que se debe dar un peso a los factores no epistémicos (expectativas profesionales, presiones económicas, disponibilidades técnico-instrumentales, convicciones y valores personales, etc.), para resolver problemas y conflictos de origen tecnológico, asumiendo una flexibilidad interpretativa y valorando la complejidad de los procesos.

A ello habría que agregarle el modelado de los factores contextuales de los modos propios del proceso tecnocientífico en juego, reconocido hoy en los estudios CTS como infradeterminación. A partir de los diversos datos de una evidencia empírica acerca de conclusiones científicas, es posible tener diversas aproximaciones intelectuales e interventivas, aproximaciones que pueden ser igualmente satisfactorias desde el punto de vista de los criterios cognitivos internos, y que, por lo tanto, requieren el concurso de valores e intereses externos a la propia ciencia y tecnología para zanjar la incertidumbre presentada (López Cerezo y González, 2002).

164

Tal situación ha sido estudiada por José Antonio López Cerezo y Marta González (2002) en un debate sobre la política forestal relacionada con las plantaciones de eucaliptos en el norte de España. La infradeterminación no solo fue reconocida en la diversidad de criterios a partir de los informes científicos con argumentos de uno y otro lado, a favor y en contra del eucalipto; también se presentó en la política forestal, al estar determinada por los informes infradeterminados. En tal sentido podemos considerar que no hay un modo único y privilegiado de problematizar la realidad, tampoco hay una única forma privilegiada de resolver problemas cognitivos o tecnológicos, una vez presupuesto un cierto cuerpo de evidencias; no hay, finalmente, un único modo de adoptar decisiones políticas sobre asuntos relacionados con la tecnología o el tema ambiental.

Bajo tales consideraciones, González, López Cerezo y Lujan (1996) proponen que un sistema tecnológico puede también ser entendido como un socioecosistema, teniendo en cuenta la analogía con el concepto de ecosistema en ecología. Señalan que la innovación tecnológica y la intervención ambiental ignoran a menudo las características del sociosistema en el que van a integrarse, de ahí que la transferencia de tecnología a sociosistemas extraños pueda producir más perturbación social y económica que mejora de la calidad de vida. El

socioecosistema, como elemento regulador, permite entonces la posibilidad de introducir factores de control y corrección a los desequilibrios tecnológicos sobre la sociedad y el medio ambiente, corrección que implica en todo caso a la participación de los diversos actores sociales del sistema.

## **2. La participación pública en ciencia y tecnología**

El tema de la participación pública, desde sus orígenes, ha estado muy relacionado con la amenaza de 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.

La participación pública implica una cantidad equivalente de participantes con sus formas de pensar y una orientación enfocada a resolver problemas de forma consensuada (Renn et al, 1995). Los públicos involucrados o que pueden involucrarse en la participación y gestión de la ciencia y la tecnológica son, según Nelkin (1984): personas directamente afectadas; público involucrado; consumidores; público interesado; comunidad científica e ingenieril.

Respecto a la forma en cómo se lleva a cabo la participación, se han hecho sugerencias específicas para definir los criterios necesarios que satisfagan una efectiva participación pública, también para obtener métodos de discusión que permitan incorporar elementos que puedan ser importantes en la participación. Tales aspectos han sido clasificados en criterios de aceptación, los cuales están relacionados con la construcción efectiva de un proceso de participación; y criterios de proceso, relacionados con la aceptación del público potencial de un procedimiento (Rowe y Frewer, 2000).

Con relación a los modelos, se han venido implementando diversas formas de participación pública, principalmente con base en experiencias de diferentes países industrializados, aunque no solo de éstos. 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 Gordillo et al., 2000). Un resumen de la clasificación de estos modelos se encuentra en López Cerezo y González (2002).

Como los modelos de participación pueden involucrar diferentes campos de acción, y como nos interesa de manera especial la participación pública en cuestiones de agua potable, tuvimos en cuenta prioritariamente la participación pública en problemas medio ambientales. Los problemas medio ambientales están íntimamente relacionados con aquellos relativos a la protección de la salud humana y la seguridad, la mayoría de las veces a través del lenguaje sobre el riesgo.

Ahora bien, cuando auscultamos los modelos y experiencias de participación pública en sistemas de agua potable del ámbito colombiano, por ejemplo, en zonas rurales y urbano-marginales, encontramos que el Instituto de Investigación y Desarrollo en Agua Potable, Saneamiento Básico y Conservación del Recurso Hídrico (Cinara), de la Universidad del Valle, en Cali, Colombia, ha logrado fomentar la implementación de varios sistemas tecnológicos de potabilización con metodologías participativas. Se trata de un modelo participativo denominado Proyecto de Aprendizaje en Equipo, en donde las comunidades y en particular las mujeres participan, tanto en la definición de sus sistemas de agua como en la administración y gestión de los mismos (Quiroga y Visscher, 1997).

En la participación de los servicios públicos domiciliarios en Colombia pueden distinguirse cuatro formas que se orientan hacia la democratización de las decisiones locales (Velásquez y González, 1994). Por un lado se habla de participación reivindicativa, orientada hacia la movilización de individuos y grupos con el fin de reivindicar ante el Estado la provisión de servicios, el mejoramiento de su calidad, la modificación de las tarifas o cualquier otra acción estatal que garantice su mejor prestación; participación instrumental, caracterizada principalmente por propiciar la movilización de organizaciones o comunidades locales en función de elementos pragmáticos y utilitarios; participación formal, cuyo núcleo es la representación de los usuarios de los servicios en canales institucionales reglamentados por la ley; y participación sustantiva, definida como el conjunto de procedimientos utilizados, tanto por la ciudadanía como por el Estado, para enfrentar las carencias y necesidades de la población en materia de servicios públicos domiciliarios y emprender las acciones necesarias, compartidas o no, para satisfacerlas de manera efectiva.

166

### **3. Las didácticas sobre participación pública**

Veamos entonces las cuatro didácticas alrededor de casos específicos. Las didácticas complementaron el desarrollo conceptual de las diversas partes del Manual. Las didácticas van progresivamente desarrollando el aprendizaje de la participación pública, desde una menor implicación a una mayor.

#### **3.1. Los grupos de discusión**

La primera de ellas utiliza el modelo de grupos focales como modelo de participación pública. Los grupos focales son pequeños grupos, de 5 a 12 miembros que representan al público, los cuales 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, denominada Montebello. Allí se presenta una polémica alrededor del incumplimiento del Estado de proveer el suministro de agua de manera indicada. 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.

De manera más detallada, encontramos en esta localidad diversos grupos sociales involucrados: Asociación de Participación Ciudadana, los medios de comunicación, la Alcaldía de Cali, la Secretaria de Salud, y la entidad administradora de la planta de potabilización.

Teniendo en cuenta lo anterior, 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? ¿Por qué las Empresas de Servicios Públicos de Cali no resuelven este problema? ¿Qué dice el Alcalde? ¿La solución que plantea la comunidad es la más aconsejable? ¿Qué va a suceder si este problema no se resuelve? ¿Cómo se ha organizado la comunidad para gestionar una solución al problema del agua potable? ¿Qué implicaciones ambientales y de salud en las personas puede ocasionar el consumo de agua no potabilizada adecuadamente? ¿Cuáles son las otras opciones que pueden reemplazar la realización de un acueducto en esta localidad? ¿Existen las condiciones necesarias para aprobar la propuesta de construir un acueducto en esta zona? En caso negativo: ¿Qué alternativas se proponen y qué aspectos deberían variar para que la decisión fuera favorable? ¿Qué implicaciones (ventajas e inconvenientes) tiene esta decisión?

167

En el debate abierto, con el apoyo de un moderador, se plantea esta clase de preguntas. 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 a los compañeros la situación que han analizando 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 será presentado en forma de conferencia, cartelera, boletín, etcétera.

### **3.2. 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 a la mediación como un proceso voluntario en el cual los involucrados en

una disputa exploran juntos 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, 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 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. Los integrantes del grupo mediador deben ser personas con buen trato, voluntad de participar, imparcialidad y protagonismo pero, al mismo tiempo, capaces 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.

168

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

Los dos grupos 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 pues 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 estas reuniones se precisan y ajustan los posibles acuerdos para presentarlos luego en la sesión plenaria.

- El grupo mediador redactará finalmente el acuerdo establecido por los grupos. En la sesión 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 por la que se inicia la didáctica.

### 3.3. El caso simulado

Otra didáctica desarrollada en el Manual tiene que ver con la elaboración de un caso simulado siguiendo la metodología que ha propuesto el Grupo Argo de España. Dicha didáctica, al igual que la mediación, también se incluyó en el disco compacto elaborado para el componente Tecnología y Sociedad, aunque en ambos casos se variaron algunos detalles de tal forma que el nivel de profundidad fuera mayor para los estudiantes de ingeniería; por ejemplo, para estos estudiantes, los documentos o las lecturas de apoyo del caso simulado se excluyeron, ya que esta actividad debe ser parte del trabajo de los estudiantes; a ello se suma que la localización de la controversia es una región donde el tema del caso se ha estudiado ampliamente.

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. Se trata de una región que posee las condiciones idóneas para el crecimiento de la caña de azúcar: brillo solar permanente e intenso a lo largo del año, caída adecuada de temperatura entre el día y la noche, disponibilidad de agua, lluvias adecuadas y fertilidad en los suelos. El cultivo de la caña de azúcar se hace en forma continua durante todo el año y no en forma estacional como en el resto del mundo. 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 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. Para este caso hemos escogido los siguientes grupos o actores sociales: Comisión del Ministerio del Medio Ambiente, Asociación de Corteros de Caña de Azúcar, Grupo de profesores de la Universidad del Valle, Grupo de Cultivadores de Caña de Azúcar "Grucaña", Organización No Gubernamental "Procultivo Caña Verde".

### 3.4. El ciclo de responsabilidad

Por último se propone la elaboración de un proyecto, cuyo tema de elección libre será un problema local relacionado con la ciencia y la tecnología, siguiendo la didáctica que se conoce como el Ciclo de Responsabilidad. El Ciclo organiza la secuencia de enseñanza-aprendizaje en torno a preocupaciones éticas y de valores respecto de un caso o problema a partir de cinco fases. Éstas van desde la comprensión de sí mismo, como dirección primaria en la formación de la responsabilidad, al estudio y la reflexión de cuestiones problemáticas sobre la ciencia y la tecnología, y luego a la toma de decisiones y a la acción; y de vuelta a uno mismo para una integración “totalista” (Waks, 1996).

Las fases se desarrollan como un proyecto, cuyo informe debe contener los siguientes aspectos:

- La identificación del problema y su respectivo diagnóstico;
- El estudio de sus diferentes componentes epistemológicos y sociológicos relacionados con el problema. Es decir, se trata de preguntarse por los componentes del problema, como por los actores sociales relevantes vinculados al problema, así como sus ideas sobre el mismo; las posibles transformaciones del problema a lo largo del tiempo; las implicaciones valorativas, ambientales y sociales relacionadas con el problema, entre otros aspectos;
- El análisis de las posibles soluciones del problema, a partir de debates argumentados;
- Junto con otros factores sistémicos que integren los problemas en un contexto más amplio.

170

El método de trabajo comprende dos fases: una investigación documental y otra de trabajo de campo. Como el ciclo se centra en la responsabilidad, se comienza y termina con la idea de individuo responsable y como miembro responsable de la sociedad. Al final, un diálogo es oportuno para descubrir áreas que necesiten ser reconocidas, en las que las preocupaciones han madurado y las exigencias puedan haber aumentado. En este sentido, se esperaría que los estudiantes con sus grupos de trabajo se acerquen a las comunidades para comentarles sobre la forma en que han analizado los problemas y las respectivas soluciones que encuentran. De igual manera, habrá una exposición por cada grupo para presentar su trabajo, invitando a estudiantes de la facultad o plan de estudios.

### 4. A manera de cierre

Con estos resultados podemos plantear algunas conclusiones finales:

La participación pública en temas de ciencia y tecnología se erige como un poderoso instrumento para hacer más democrática a las sociedades. Dicha participación es posible llevarla a cabo siguiendo un conjunto de modelos y criterios hoy en día implementados en diversos países de Europa y América. En el caso colombiano es

posible promover y estudiar la participación pública en cuestiones de agua potable, salud y en menor medida en agricultura. Dichos procesos involucran tanto la participación como la gestión misma, como sucede con frecuencia en sistemas de agua potable.

El análisis de estos procesos, enfoques y modelos, junto al concepto de Educación en Ciencia Tecnología y Sociedad (Manassero, M. A., Vázquez, Á. y Acevedo, J. A., 2001; Martín Gordillo, López y Osorio, 2000), nos brinda las herramientas para incorporar el tema de la participación pública como un objetivo fundamental de la educación en tecnología, y de la educación en ingeniería en el contexto colombiano. Mediante el diseño de didácticas que recogen el espíritu de la participación pública, tanto como sus modelos, es posible desarrollar un proceso educativo que llene el vacío del componente “Tecnología y Sociedad”, dentro de los lineamientos de Educación en Tecnología propuestos por el Ministerio de Educación Nacional. Y, por otro lado, tales didácticas favorecen el aprendizaje de la participación pública en cuestiones científico-tecnológicas en la formación de estudiantes de ingeniería de las universidades colombianas.

El concepto de sistema tecnológico constituye una unidad de análisis adecuada para el aprendizaje de la participación pública por parte de docentes y alumnos de educación básica secundaria y media, al igual que en estudiantes de ingeniería. La noción misma de sistema es afín a los procesos educativos de ambos niveles.

## Bibliografía

BAUGHMAN, Mike (1995): “Mediation”, en Renn, O; Webler, Th; Wiedemann, P. *Fairness and competence in citizen participation*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

CHECKLAND, P. (1981): *Systems thinking, systems practice*, London, John Wiley & Sons.

GONZÁLEZ, Marta; LÓPEZ CERESO, José Antonio; LUJÁN, José Luis (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.

HUGHES, Thomas (1994): “El impulso tecnológico”, en Roe Smith, M. y Marx, L. (eds.) *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid, Alianza Editorial.

\_\_\_\_\_, Thomas (1987): “The evolution of large technological systems”, en Bijker, W. E; Hughes, Thomas P; Pinch, Trevor. (eds.) *The social construction of technological systems. New directions in the sociology and history of technology*, Cambridge, MA, MIT Press.

\_\_\_\_\_, Thomas (1983): *Networks of power: Electrification in western society, 1880-1930*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.

LÓPEZ CEREZO, J. A. y GONZÁLEZ GARCÍA, M. I. (2002): *Políticas del bosque*, Madrid, Cambridge University Press/OEI.

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

GORDILLO, Martín; LÓPEZ CEREZO, J. A.; OSORIO, C. (2000): "La educación en valores a través de CTS", *Foro Iberoamericano de Educación en Valores*, Uruguay, octubre.

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

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

\_\_\_\_\_, M. A. (1998): "Técnica y cultura", en J.A. López Cerezo et al. (eds.) *Filosofía de la tecnología*, Madrid, OEI.

QUIROGA, E.; VISSCHER, J. T. (eds.) (1997): *Transferencia de tecnología en el sector de agua y saneamiento en Colombia. Una experiencia de aprendizaje, Santiago de Cali, Universidad del Valle*, International Water and Sanitation Centre (IRC).

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

ROWE, G.; FREWER, L. (2000): "Public participation methods: A framework for evaluation", *Science, Technology and Human Values*, 25, 1, pp. 3-29.

SCHIENSTOCK, G. (1994): "Technology policy in the process of change. Changing paradigms in research and technology policy", en Aichholzer, G y Schienstock, G. (eds.) *Technology policy: Towards and integration of social and ecological concerns*, Berlin-Nueva York, De Gruyter.

VELÁSQUEZ, Fabio E.; GONZÁLEZ, Esperanza. (1994): "Gestión de servicios públicos y participación en Colombia", en Participación comunitaria y servicios públicos, *Memorias Seminario Internacional Participación Comunitaria y Servicios Públicos*, Cali, Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (ACODAL), noviembre.

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, Verbo Divino.

WYNNE, B. (1983): "Redefining the issues of risk and public acceptance" *Futures*, Febrero, 13, 32.

## Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético

**João Praia** (jfpPraia@fc.up.pt)  
Universidade do Porto, Portugal

**António Cachapuz**  (cachapuz@dte.ua.pt)  
Universidade de Aveiro, Portugal

O artigo pretende fazer uma reflexão em torno do que designamos “um novo olhar sobre a Ciência”, evidenciando exigências das sociedades contemporâneas que se destacam pelos seus desenvolvimentos científico-tecnológicos nas suas dimensões humana, social, cultural e económica. Procura-se romper com a separação artificial entre ciência e tecnologia, assim como com o fosso entre estas duas culturas. Fala-se sobre a trilogia CTS como um compromisso ético, que obriga a uma intervenção social, marcada por um saber que prepara para uma cidadania responsável e para a tomada de decisões. A não termos em conta tal compromisso a Ciência pode tornar-se vítima do seu próprio desenvolvimento. Abordamos três posicionamentos historicamente dominantes sobre a Ciência/Tecnologia, incluindo a posição da Declaração da Conferência Mundial sobre a Ciência para o séc. XXI: um novo compromisso (UNESCO).

173

**Palavras-chave:** ciência, tecnologia, sociedade, ética

*The paper aims to promote a reflection about “a new perspective about Science” emphasizing human, social, cultural and economic requirements of the scientific and technological developments of the contemporary societies. It aims to break up with the artificial division between science and technology. Efforts should be made to bridge the gap between these two cultures. The STS trilogy (Science-Technology-Society) is presented as an ethical commitment. If we don’t take seriously that commitment, science may become victim of its own development. There historically dominant positions about Science/Technology are presented including the Declaration of the World Conference on Science for the 21st century: a new commitment (UNESCO).*

**Key Words:** science, technology, society, ethic

*La tecnología no es autónoma en un doble sentido: por un lado no se desarrolla con autonomía respecto a fuerzas y factores sociales, y, por otro, no es segregable del sociosistema en que se integra y sobre el que actúa (...). No puede, por lo tanto, ser evaluada independientemente del sociosistema que la produce y sufre sus efectos.*

Marta I. González García, José A. López Cerezo, José L. Luján López, 1996

Desejamos, antes de mais esclarecer que não é nossa intenção falar sobre programas de educação formal e não formal enfatizando a relevância social e cultural da ciência numa sociedade científica e tecnológica. Também não queremos discutir conceitos como os de literacia científica, cultura científica e mesmo educação científica numa sociedade marcada pela ciência e tecnologia. Pretendemos sim, falar da própria Ciência-Tecnologia num contexto societal que é indissociável de um compromisso ético de sentido colectivo. E só então, a partir desta abordagem, a que poderíamos chamar “um novo olhar sobre a Ciência”, pensamos estar em condições de melhor compreender o seu valor para uma educação científica nos dias de hoje e considerar o tema, que nos propomos desenvolver, como um (possível) ponto de partida.

### **Da ciência e da tecnologia**

174

“Ao caminhar para domínios tão restritos e parcelares de especialização, a actividade científica ganha certamente maior precisão, mas perde a visão global dos problemas, podendo assim parecer apostada numa actividade desprovida de significação” (Luz, 2002). Situação e visão que de todo queremos contrariar, ao desenvolvermos posicionamentos que colocam a tónica no trinómio Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). De facto, a ideia é cada vez mais de que o mundo científico e o mundo tecnológico, ainda que preservando idiosincrasias próprias de cada cultura, construídas ao longo de centenas de anos, se tornaram inseparáveis, acontecendo mesmo constituir-se numa unidade - a tecnociência. Esta opera num contexto bem mais vasto do que o da ciência académica de carácter estritamente disciplinar, ainda que os ventos corram a favor de uma inevitável abertura que incorpora, necessariamente, o interdisciplinar e mesmo o transdisciplinar. A unidade ciência - tecnologia é, pois, uma característica que distingue, com clareza, a ciência contemporânea da ciência tradicional. Tal unidade envolve-se ampla e profundamente no nosso dia-a-dia, recoloca-o, (re)constrói-o e condiciona-o mesmo. Modifica também a nossa interpretação acerca do mundo e dos acontecimentos que nele ocorrem, confrontando-nos com a forma como nele nos inserimos, vivemos e identificamos. Podemos mesmo dizer que transforma a realidade que fomos construindo e influencia culturalmente a forma como pensamos e como nos comportamos. É hoje comum afirmar que, dado o carácter da ciência actual e a enorme explosão da ciência e da tecnologia, avançamos num e para um universo cada vez mais tecnológico. Não é já possível pensar a Ciência nos dias de hoje, bem como a sua estrutura e construção do conhecimento científico fora do contexto da

sociedade no seu vertiginoso desenvolvimento tecnológico. A informática e o laser ou as técnicas do espaço e a engenharia genética são exemplos significativos do avanço científico-tecnológico em que nos encontramos envolvidos. Porém, simultaneamente, não deixam de transportar uma incerteza vivencial crescente.

Segundo S.Santos (1989) “para Heidegger, pessimista, a ciência e a tecnologia correspondem a uma compreensão dogmática do ser que pretende reduzir toda a existência à sua instrumentalidade, por essa via conduzindo ao “esquecimento do ser” e à inviabilização do projecto de existência humana autêntica”. É, assim, que um analfabetismo científico e tecnológico, a que se junta uma cada vez maior consciência do pouco que sabemos, ou mesmo o grande volume de conhecimentos do que não sabemos, faz trazer ao de cima, muitas vezes, uma arrogância tecnológica e mesmo um poder que a tecnologia evidencia, senão mesmo assume. Ora tal situação tem tido um efeito nefasto a nível da sociedade, contribuindo para que se instale uma ideologia tecnocrática radicada na crença de que existe uma ligação automática, linear, directa mesmo, entre a tecnologia-ciência-tecnociência -e as boas soluções- as soluções, diremos, inquestionáveis e eticamente consideradas como as “melhores”. Esta ideologia leva a pretender resolver questões humanas através da ciência e da tecnologia sem questionamentos sócio-políticos, éticos e morais, a deixar-nos conduzir, sem reflexão nem debate, pela ciência e pela técnica, a aceitar os critérios implícitos nas suas propostas de solução dos problemas. Teremos, pois, de estar bem conscientes de que, como nos diz (Luz, 2002):

A ciência constitui, para si própria, uma fonte irrecusável de problemas. Uns prendem-se com a dependência financeira, política, social e religiosa, que, com incidências diferentes condicionam o seu andamento, outros dizem respeito às consequências morais, ecológicas, sociais, etc., que a sua aplicação tecnológica pode provocar.

175

É, pois, num quadro ocupado pela ciência e pela tecnologia e centrado nas exigências das sociedades contemporâneas, que se destacam as consequências evidentes dos desenvolvimentos científico-tecnológicos nas suas dimensões humana, social, cultural e económica. Sem dúvida que esses desenvolvimentos trouxeram grandes benefícios à condição humana. Porém, à medida que se amplifica o seu impacto sobre a natureza em geral e sobre a vida dos indivíduos e das sociedades em particular, profundas e agudas questões sociais e éticas se vão levantando. Questões que têm particular acuidade nos domínios do viver melhor, mas também se aplicam ao viver mais humanamente. A escalada de algumas consequências do desenvolvimento tecnocientífico -o nuclear, as manipulações genéticas, a preponderante informatização- engendra hoje múltiplas e vivas polémicas e apela para tomadas de posição e de decisão que não competem apenas e só às comunidades científica e tecnológica. A tal propósito, Lopez Cerezo (1999) refere:

El conflicto no es ni un rasgo infrecuente ni tampoco negativo en ciencia y tecnología. Nada realmente nuevo hasta aquí. Pero no sólo me refiero al desacuerdo y el conflicto epistémico sino también, y especialmente, al conflicto social o socio-epistémico (es decir, a un tipo de conflicto en el que la disputa y eventual clausura no se restringe a la consideración de evidencia empírica o al razonamiento basado en evidencia empírica). Trataré por tanto de rescatar, ampliar y vindicar la idea de conflicto en el marco naturalizado que ensayan los estudios CTS, aunque sin renunciar a la normatividad que ha distinguido tradicionalmente a la filosofía de la ciencia. A este respecto, discutiré las líneas generales de un criterio que haga posible optimizar los conflictos en la ciencia-tecnología contemporánea, de forma que la dinámica de éstos conduzca hacia conclusiones epistemológicamente valiosas y socialmente justas. Con todo, ya sabemos que la naturaleza e incidencia del conflicto en ciencia y tecnología han sido más fuente de enfrentamiento que de acuerdo en la reflexión metacientífica de los últimos cincuenta años.

176

Na trilogia CTS destaca-se, pela sua notoriedade na cultura moderna e pelo seu papel de mediador, a faceta tecnológica. Ela marca o período em que vivemos e mais ainda o milénio que se avizinha. Tradicionalmente, o termo tecnologia tende a aparecer ligado a uma aplicação da ciência, mas à medida que se tornou parte integrante do nosso vocabulário do dia-a-dia, foi adquirindo uma vasta gama de conotações. Por exemplo, os media referem-se, frequentemente, à tecnologia em termos do domínio de uma técnica moderna fundada na investigação científica. É neste sentido que se reportam à tecnologia dos computadores. Também se associa à tecnologia a ideia de processos (por ex., tecnologia para gerar electricidade), ou mesmo dos próprios artefactos (por ex., impressora laser como sofisticada peça de tecnologia). Ou seja, o conceito de tecnologia, hoje, disseminado na sociedade e patente em todo o lado está vincadamente marcado por um carácter polissémico. Porém, o que mais importa é que esse carácter polissémico corresponda a um avanço na compreensão do seu sentido, associado a uma mais adequada consciência e competência para integrar aspectos técnico-científicos nas decisões pessoais, sociais, éticas e políticas.

Sem pretendermos alongar-nos, importa, contudo, referir que o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico diferem em termos de intenções. Enquanto o conhecimento científico, na sua forma tradicional, tem como primeiro objectivo compreender o Mundo, o conhecimento tecnológico, tendo em vista a satisfação das necessidades humanas, centra-se essencialmente no "fazer", na acção, na transformação, na prática, nos artefactos. No conhecimento tecnológico dá-se, sobretudo, ênfase à resolução de problemas concretos, à criação, ao *design*, à fabricação, com a finalidade de dar satisfação às necessidades do quotidiano imediato, não estando, naturalmente, dele ausente o envolvimento num raciocínio teórico.

Assim, é necessário romper com a habitual separação artificial entre ciência e tecnologia, assim como o fosso existente entre estas duas culturas, deixando de acreditar que a primeira tem mais valor do que a segunda. As competências práticas não podem ficar à porta da escola e, muitas vezes, a marginalização social em relação a estas, quer dos professores, dos estudantes e dos próprios pais, implica uma nova mentalidade.

Se é verdade que as duas entidades ciência e tecnologia não têm a mesma natureza e possuem especificidades próprias, não pode deixar-se, contudo, de se acentuarem laços significativos entre as duas entidades. A ciência, orientada pelo desejo de conhecer e explicar e a tecnologia, orientada pelo desejo de controlar e de modificar, são actividades humanas profundamente enredadas, apesar de cada uma delas ter desenvolvido modos de operar diferenciados: "(...) ainda que ideologicamente separadas, as duas verdades pertencem-se mutuamente" (S. Santos, 1989). A actividade da ciência evoluiu, quase só, no sentido da abstracção e da teoria, enquanto a actividade tecnológica se desenvolveu, sobretudo, no sentido da concretização de algo e de uma forte acção prática. Gilbert (1995), citado por E. Santos (1998), esquematizou de forma abreviada convergências e divergências entre ciência e tecnologia.

#### Quadro 1. Diferenças entre Ciência e Tecnologia

	<b>Ciência</b>	<b>Tecnologia</b>
<b>Propósito</b>	Explicação	Fabricação
<b>Interesse</b>	Objecto natural	Objecto artificial
<b>Processo</b>	Analítico	Sintético
<b>Procedimento</b>	Simplifica o fenómeno	Aceita a complexidade da necessidade
<b>Resultado</b>	Conhecimento generalizável	Objecto particular

177

Ainda que possamos considerar dois tipos de abordagem, um que vê a "tecnologia como aplicação da ciência" e outro que vê a tecnologia como precedendo a ciência, pensamos que nos dias de hoje é mais adequada a abordagem que coloca ambas numa situação de interacção e simbiótica. Os esforços de uma são necessários à outra. Cientistas e tecnólogos são grupos de pessoas que aprendem uns com os outros, de formas mutuamente benéficas, quer os seus trabalhos se desenvolvam sincrónica quer diacronicamente. É essencialmente da sua interacção social que se geram inovações. Na realidade, os conhecimentos e as competências da ciência servem frequentemente, mas não exclusivamente, de instrumentos intelectuais à tecnologia. Também os da tecnologia servem de instrumentos materiais à ciência.

Em campos como os da electrónica, da rádio-astronomia, da bioengenharia, da ciência dos materiais é cada vez mais difícil distinguir as contribuições científicas das tecnológicas. De facto, constrói-se muito do conhecimento tecnológico à medida que se vai materializando o que a ciência vai teorizando, com recurso a instrumentos técnicos, mas também se constrói muito do conhecimento científico, à medida que se vai conceptualizando, com recurso a competências e a instrumentos técnicos que o próprio avanço técnico vai proporcionando.

A partir da 2ª Guerra Mundial, o conjunto das investigações e aplicações que certas ciências e certas técnicas põem em jogo tomou uma forma mais unitária e mais sistemática através de grandes programas de Investigação e Desenvolvimento (I & D) - tecnociência:

O desenvolvimento da tecnociência é um fenómeno por essência irreversível. Tem a particularidade de ser uma construção social e, ao mesmo tempo, o factor dominante da mudança social. As suas orientações são determinadas pelos avanços do conhecimento científico e pela vontade de responder às necessidades, reais ou imaginárias, de uma sociedade em movimento. Manifesta-se no âmbito de uma dupla racionalidade, a do aprofundamento dos conhecimentos científicos e a da procura de uma melhoria da produtividade dos factores, considerada como a origem primeira do crescimento dos rendimentos per capita e, por conseguinte, do bem-estar dos cidadãos (Caro, 2001).

178

Tal posição remete-nos para uma dialéctica entre ciência e tecnologia pela necessidade de investigação pura e pela necessidade de investigação utilitária / aplicada - dialéctica entre conhecimento e produção. Para Latour (1992) a designação de tecnociência(s) é a melhor forma de definir a ciência contemporânea

De facto, na investigação científica contemporânea, a ciência e a tecnologia não são encaradas como entidades separadas. São encaradas em termos de um sistema cognitivo para a produção de novos conhecimentos. É a integração da ciência e da tecnologia que fornece uma distinção essencial entre “ciência moderna” e a ciência contemporânea.

Os cientistas trabalham em equipa, muitas vezes representativa de diferentes campos de investigação, incluindo cientistas do campo das ciências sociais e operam num contexto mais vasto do que a ciência estritamente disciplinar (Latour e Woolgar, 1996). A ciência e a tecnologia são, nomeadamente, entidades interdependentes que i) conjugam a sanção de verdade com a sanção de eficácia, ii) exigem equipas interdisciplinares que incluem cientistas e tecnólogos, iii) servem-se dos recursos uma da outra e criam instrumentos uma à outra, reforçando-se mutuamente. É o entendimento desta interdependência que contraria tendências demarcacionistas,

orientações que radicam numa separação mais ou menos hierarquizada, de raiz cultural, entre a ciência e a tecnologia. Por outro lado, a análise das interdependências mostra conexões epistemológicas e praxiológicas que apontam na direcção de um integração da ciência / tecnologia.

A ciência e a tecnologia, ainda que com a sua individualidade própria, estão tão mutuamente entrelaçadas que a maioria das interacções entre cada uma delas e a sociedade envolve, na prática, as três. De facto, relações epistemológicas, praxiológicas e axiológicas, entre a ciência e a tecnologia, entre a ciência e a sociedade e entre a tecnologia e a sociedade, quando conjugadas, catapultam-nos dos binómios C/T, C/S e T/S para o trinómio CTS .

Enquanto que para muitos este movimento é essencialmente de natureza social e tem em vista a obtenção de fins sobretudo práticos, para sociólogos como Latour, Woolgar e Ziman tal movimento pretende essencialmente desmistificar as suas problemáticas e mostrar a sua face humana.

### **Para um compromisso ético**

A ciência e a tecnologia são frequentemente consideradas como criações humanas com muito poder e sem normas moralmente inerentes. Nas suas intervenções, sem limites normativos, o conhecimento reporta-se ao que é possível. Porém, apesar dessas intervenções serem consideradas muitas vezes cegas, o que significa que não se pondera suficientemente no plano científico e/ou tecnológico o decorrer de um bom ou um mau caminho, têm contudo o poder de permitir pensar e de reconstruir a realidade e assim quando os produtos científicos e tecnológicos aparecem no mundo do quotidiano tem já efeitos que “não são normalmente neutros”. A sociedade é como que o “palco” da ambivalência moral da ciência e da tecnologia. Os bons e os maus resultados obtidos podem não ter sido nem intencionais nem previstos, porém, dada a ambivalência CT não nos é possível ter uns sem sermos levados a confrontá-los com outros possíveis. Essa ambivalência é nítida em produtos tecnológicos como por exemplo, o automóvel, o computador, a televisão, as centrais nucleares, etc., ou em procedimentos como o aborto, a eutanásia, o transplante de órgãos, a clonagem, etc. É também por esta razão que problemas como aqueles com que nos defrontamos à escala mundial, de que são exemplo a poluição ambiental, a fome, o stress e a alienação, etc., foram criados ou agravados pela ciência e pela tecnologia. Em síntese, o carácter ambivalente das soluções tecnocientíficas tem a ver com os diferentes contextos dos dois mundos -o mundo tecnocientífico e o mundo do quotidiano.

Torna-se necessário manter o espírito em atitude de questionamento, capaz de alimentar a parcela de sentido científico que também há no cidadão comum, como homem de cultura que é e num mundo de exigente complexidade. Vem a este propósito, pensamos, referir a ideia de S. Santos (1989), a partir da sua análise

sociológica da ciência, de uma 2ª ruptura epistemológica, no sentido da sensocomunicação do saber científico.<sup>1</sup>

Entre as posições sociais marcadas pela negatividade no juízo que fazem sobre a ciência pode-se referir, nomeadamente, a acusação que é feita à ciência pela disparidade que provoca entre os países, bem como a reprovação da sua cumplicidade com complexos militares e industriais. Entre os juízos sociais positivos referem-se, por ex., as soluções e prevenções que a ciência e a tecnologia propõem para problemas de saúde, de alimentação, de qualidade de vida, etc. Em E. Santos (1998) lê-se que “as relações entre a ciência e a técnica, como formas ideológicas de dominação na sociedade, foram desenvolvidas de forma particularmente interessante por Habermas (1987). Aí refere-se analisam-se formas contemporâneas de articulação entre tecnociência, as práticas políticas e a ‘opinião pública’”. O autor descreve, a este propósito, três modelos - o modelo tecnocrático, o modelo decisionista e o modelo pragmático. No modelo tecnocrático os políticos dependem dos especialistas os quais detêm o poder. A política a seguir pela sociedade é pois determinada, em grande parte, com base em conhecimentos científico-técnicos, assentando na crença de que nos devemos deixar conduzir pela ciência e pela tecnologia, mesmo para resolver questões humanas. O modelo decisionista é aquele em que a competência dos especialistas não substitui a acção política mas é posta ao seu serviço. Separa, artificialmente, as escolhas éticas dos meios de as concretizar - a escolha dos fins é guiada por valores vivenciados pelos não-técnicos, enquanto a dos meios para os pôr em acção é do âmbito de uma racionalidade técnica, ou seja, é guiada por conhecimentos técnico-científicos. Em relação ao modelo pragmático a política a seguir é negociada entre técnicos e não técnicos, entre políticos e cientistas e entre ambos e a esfera pública. Privilegia o aspecto negocial e persegue uma interacção real entre os saberes técnicos e não-técnicos. Obriga a “esfera pública” ao saber e à responsabilização. Obriga, também, os cientistas, para além de produzirem conhecimentos científicos e recomendações técnicas, a reflectirem nas consequências sociais que podem decorrer desses

180

<sup>1</sup> Para este prestigiado sociológico da ciência, a época actual deve ser considerada como uma fase de crise, isto é, de transição entre o paradigma da ciência moderna (paradigma moderno) e de um novo paradigma da ciência contemporânea. No plano metodológico o paradigma da ciência moderna pressupõe a ruptura epistemológica necessária para a produção do conhecimento científico e que se constitui contra o senso comum e recusa as orientações para a vida prática que dele decorrem. Uma primeira ruptura é então imprescindível para se constituir ciência, mas deixa o senso comum tal como estava antes dela. O paradigma emergente da ciência contemporânea concebe o reencontro da ciência com o senso comum, cuja concepção, segundo S.Santos (1989), se pode formular do seguinte modo “uma vez feita a ruptura epistemológica, o acto mais importante é a ruptura com a ruptura epistemológica”. Neste reencontro procura-se que os dois discursos se falem sem que se tornem incomensuráveis, tentando assim atenuar o fosso que os separa. O conhecimento científico pós-moderno atinge a sua plenitude na medida em que se converte em senso comum, mas que ao sensocomunizar-se não despreza o conhecimento que produz tecnologia, mas entende que se o conhecimento se deve traduzir em auto-conhecimento, o desenvolvimento tecnológico deve traduzir-se em filosofia de vida. A segunda ruptura feita pela ciência contemporânea responde afinal à pergunta “para que queremos ciência”, visto que se com a primeira ruptura se constrói conhecimento científico, ele só o é, na medida em que for ataque e confrontação, isto é, a ciência só existe enquanto crítica da realidade a partir da realidade que existe e com vista à transformação numa outra realidade, pois se a primeira ruptura faz do homem de ciência um ignorante especializado faz, por outro lado, do cidadão comum um ignorante generalizado.

conhecimentos e dessas recomendações e, casuisticamente, a discutir estas com o público.

Apesar das dificuldades epistemológicas e de ambivalências axiológicas destas perspectivas, reconhecidas pelo próprio Habermas, elas ajudam, contudo, a esclarecer as relações de poder implicadas na trilogia CTS. Importa, pois, reflectir sobre os modelos e as perspectivas que apresentam sem ter a preocupação de aderir, apressadamente a um deles, para todo o sempre e ou para todo e qualquer contexto. Todos podemos participar nas decisões implicadas pelos grandes avanços da ciência e da tecnologia, contribuir para consensos com base numa argumentação partilhada. Argumentação partilhada e consensos são, aliás, dois conceitos fundamentais na teoria habermasiana, na perspectiva de uma participação activa e responsável de cada um no todo, da qual deve decorrer uma mútua ponderação e aceitação. Partilhar não significa, então, homogeneizar a participação. Esta exige diferenciação de acordo com a diferenciação dos saberes implicados. É a necessidade da compreensão de questões sociais relacionadas com a ciência e com a tecnologia que exige que as pessoas sejam científica e tecnologicamente alfabetizadas. Por sua vez, essa necessidade é largamente determinada pelo facto de tanto a ciência como a tecnologia serem empreendimentos com influências significativas quer na vida pública quer na vida privada.

No presente, a integração na sociedade pós-industrial submersa pela tecnociência exige uma familiarização com esta entidade, quer dizer, exige do cidadão ser técnica e cientificamente “alfabetizado”. “Aalfabetização não é um fim em si mesmo, mas um direito fundamental de todo o ser humano” (Unesco). São sintomas de “analfabetismo” científico-tecnológico, mais do que um deficit de conhecimentos tecnocientíficos, não saber, por ex., como utilizar os seus conhecimentos para negociar, argumentar e actuar em situações concretas; ter excesso de confiança na tecnociência e ter excesso de desconfiança no seu próprio potencial de compreensão das ciências e das técnicas. Ao contrário, ser cientificamente alfabetizado implica ser capaz de discutir alguns resultados das investigações científicas e as suas possíveis implicações, de modo a poder compreender a sócio-tecnologia de um modo crítico - a ter “consciência-tecnológica”. “Não ser analfabeto em ciência está a tornar-se cada vez mais um requisito essencial para a vida de todos os dias” (Royal Society, 1985).

181

A constatação de que muitos de nós não fazem directamente uso da compreensão da ciência escolar quer na vida quotidiana nem nas futuras carreiras profissionais é um exemplo de peso a favor da necessidade de alfabetização científico-tecnológica, e, portanto, a favor de um conhecimento útil e com significado social. Trata-se de um conhecimento cuja natureza é diferente da do conhecimento científico disciplinar, da “ciência pura”. Trata-se de um saber que prepara para a vida, nomeadamente informando as decisões do cidadão, quando a comunidade científica não fala “a uma só voz”. Trata-se de um conhecimento que funcione mais como meio do que como fim em si. Finalmente trata-se de um conhecimento que se constitui em instrumento para poder compreender a acção e, sobretudo, para interagir com ela. Este saber é um saber orientado pelo contexto. Requer a percepção da oportunidade de aprofundamento de certas noções conforme os contextos. É um saber que tem

relevância pessoal e que, portanto, facilita interacções do tipo CTS. O seu propósito, como refere E. Santos (1998):

Não é colmatar hiatos resultantes de um pseudofluxo unidireccional de conhecimentos do produtor para o consumidor. Ao contrário, a prioridade é fazê-lo emergir como ilhas num “mar de ignorância”, para guiar, inteligentemente, a actuação prática. Na realidade, trata-se mais de construir do que descobrir uma teorização adequada, utilizando conhecimentos provenientes de várias disciplinas e também da vida quotidiana.

O afastamento de muitos jovens de estudos científicos e até da adopção, por muitos deles, de posicionamentos anti-científicos tem muito a ver com o receio do controlo tecnocrático e com efeitos colaterais do desenvolvimento científico/tecnológico com que somos frequentemente confrontados. É o receio do sistema do Tecnopólio, assim crismado por Postman (1994), e para o qual a tecnologia de todos os tipos se sobrepõe às instituições sociais, tornando-se autojustificada, autopropetuada e omnipresente. Tornando-se, em suma, uma ordem totalitária. Para o prémio Nobel da Física Pierre Gilles de Gennes, “ (...) no espírito do cidadão comum, instala-se a ideia de que é a ciência a culpada pelas armas mortíferas e pela poluição ambiental, mesmo que as decisões de produzir armamento sejam, por natureza, políticas e não científicas” (Gennes, 2001). Postman (1998), ao reflectir criticamente sobre a evolução da tecnologia e sobre cuidados a ter com o seu carácter imprevisível e irreversível, considera mesmo que esse preço aumenta com a profundidade da inovação (*the greater the technology the greater the price*): o telégrafo eliminou o espaço; a televisão humilhou a palavra; o computador, talvez degrade a vida em comunidade. E adverte que precisamos de prosseguir com os olhos abertos se pretendermos usar a tecnologia em vez de sermos usados por ela. Posta nestes termos a questão é pois qual o preço que estamos dispostos a pagar pela mudança. Morin (1994) ao reflectir sobre a responsabilidade do investigador perante a sociedade e o Homem vai mais longe: a progressão das ciências da natureza provoca regressões que afectam a sociedade e o homem”, não se conformando com “um progresso inaudito dos conhecimentos correlativo com um progresso incrível da ignorância; progresso dos aspectos benéficos do conhecimento científico correlativo com um progresso dos seus caracteres nocivos mortíferos e progresso crescente dos poderes da Ciência e impotência crescente dos científicos na sociedade em relação aos próprios poderes da Ciência” (op. cit.).

182

En A. Cachapuz, J. Praia e Jorge (2002) afirma-se:

Importa relevar que as problemáticas respeitantes às questões éticas são aqui particularmente sentidas. Não é novidade que a evolução científico/tecnológica tem o seu preço. Também nós pensamos que não se podem iludir tais questões e que elas devem ser abordadas frontalmente ainda que sem fundamentalismos. O ponto de partida natural é de que da trajectória do Homem não esteve nunca ausente o conceito de responsabilidade como sendo o de co-responsabilidade de uma racionalidade moral-prática da

qual emergem os valores. Ultrapassados que foram os odores dos autos de fé, as práticas científico/tecnológicas não podem escapar às questões deste enquadramento ético. Os seus resultados têm, necessariamente, uma interacção maior ou menor com a sociedade de cujas consequências se exige um juízo ético. Não se trata, portanto, de colocar o debate o debate ético numa lógica estritamente individualista. Trata-se de ir mais longe e de valorizar o carácter colectivo e institucional do debate ético. Por isso mesmo é discutível o conceito dos três pilares clássicos em que assentou a construção da Ciência moderna (aqui entendida como aquela que se constituiu em ruptura com o senso comum) i) o laboratório (sentido lato) como espaço operativo privilegiado de produção do conhecimento; ii) a linguagem não só como instrumento de simbolização (função cognitiva) mas também de veículo de difusão desse conhecimento; e iii) a comunidade científica como instrumento de legitimação desse conhecimento. Não tem sentido falar de Ciência se lhe retirarmos um desses pilares. A questão nova não é do que está a mais, mas sim do que possa estar a menos. Ou seja, a questão que se coloca agora é de saber se não haverá algo mais a inscrever na configuração descrita e de que modo lidar agora com problemáticas ético/sociais que o próprio desenvolvimento científico/tecnológico gerou.

Neste mesmo sentido Ziman (1985) critica o que chama de “um modelo idealizado em excesso”:

183

Este modelo no hace concesiones a la irracionalidad ni al prejuicio anticientífico: por el contrario, aporta sólida justificación a la aparente anarquía intelectual y al desorden competitivo que se observa con frecuencia cuando la ciencia evoluciona. Muestra, además, de qué modo la libertad individual es un ingrediente esencial del sistema social que genera conocimiento confiable, y hace una enérgica defensa de la autonomía de ciencia académica como un todo. Pero aquí, por supuesto, comenzamos a tocar puntos más sensibles. No tiene sentido hablar de la ciencia académica sin aludir a los beneficios, en acto y en potencia, que puede ofrecer a la existencia humana. Estos beneficios se negocian en el sistema social a cambio de apoyo material para la investigación básica. Sin estas conexiones, fuerzas y acciones recíprocas externas, el modelo parecería describir un ritual esotérico celebrado por una secta sacerdotal. Desde el punto de vista del observador no científico, es precisamente el papel social de esta comunidad específica el que debe ser definido correctamente y esto es lo que debemos discutir ahora. Pero es imposible esclarecer los aspectos positivos y creativos de dicho papel a menos que se comprenda, con toda claridad, cómo opera realmente la ciencia dentro de su esfera particular”.

A questão ética, como uma consequência social do próprio do desenvolvimento científico-tecnológico, não significa que só agora se tenha tornado necessário ter em conta a questão ética. O que é novo é a natureza das problemáticas com que agora

se lida. Assim, por exemplo, “pela Bioética, o progresso científico-tecnológico já não é apenas direccionado pelo saber e pela comunidade científica. É também, e talvez prioritariamente direccionado por reflexões éticas da comunidade civil” [Archer (1995), citado por E. Santos (1998)]. Para Morin (1994), “(...) a época fecunda da não pertinência dos julgamentos de valor sobre a actividade científica está terminada” e o mesmo autor acrescenta que “(...) os desenvolvimentos actuais da ciência e nomeadamente da Biologia, desenvolvimentos simultaneamente cognitivos e manipuladores, nos obrigam a redefinir a noção de pessoa humana” (op. cit.). Com efeito, os debates sobre a clonagem humana, manipulação genética ou eutanásia com que actualmente nos vemos confrontados são exemplos marcantes e dilemáticos a que dificilmente podemos ficar indiferentes e que extravasam para lá de uma visão positivista da Ciência ainda dominante. A mudança de uma tal visão não é fácil. E nem mesmo o papel a atribuir às comissões de ética é, sequer, consensual.

De acordo com o Livro Branco da Comissão Europeia Ensinar e Aprender: para uma Sociedade Cognitiva, apesar do seu efeito geralmente benéfico, o progresso científico e técnico fez nascer nas sociedades um sentimento de ameaça, ou até de temores irracionais e que o crescente sentimento de insegurança é um importante dado neste final de século (1995). O conhecido físico Lévy-Leblond (2001) adverte que para que a Ciência sobreviva é “(...) preciso torná-la menos técnica e devolver-lhe uma vertente filosófica e até ética” caso contrário a Ciência (...) poder-se-á tornar vítima do seu próprio sucesso”.

184

Também F. Mayor (1999) no mesmo estudo acima referido dá o mote ao considerar que, pela primeira vez desde o século das luzes, a utilização que se faz hoje da Ciência é posta em questão. Armamento, degradação ambiental, progressos biotecnológicos ameaçando a dignidade humana, entre outros, fazem afrouxar o laço necessário entre progresso científico/tecnológico e progresso social:

On ne reproche à la science de ne pas tout savoir: personne ne la critique parce que, par exemple, elle court encore après un vaccin contre le sida ou en reste aux hypothèses sur le Big Bang. Elle n'a jamais prétendu être arrivée à sa fin comme d'aucuns le proclamaient pour l'histoire. Elle doit donc, bien sûr, continuer inlassablement à sonder les innombrables mystères qui perdurent. Mais elle ne peut plus- et surtout nous ne pouvons plus, grâce à elle et à ses côtés- éluder la question primordiale: la science, pourquoi et pour qui? (Mayor, 1999).

No fundo, aquilo para que F. Mayor nos chama a atenção é para a necessidade da reflexão ética já que, por definição, esta envolve sempre o estudo e o juízo sobre a conduta humana, ou seja de quem faz a Ciência e para quem ela se faz. Este é um dado relativamente novo e sobre o qual importa reflectir; trata-se de articular finalidades com resultados e consequências que advêm da sua actividade. Comentando as aplicações tecnológicas que nos permitem viver mais e melhor, mas também actuam como instrumentos de destruição.

A Ciência tem de ser, por isso, temperada pela sabedoria humanista que permite distinguir o bem do mal, entre o útil e o prejudicial, entre o benefício imediato e o malefício futuro. Para Caro (2001),

[...] A modernidade aposta na cooperação da ciência, da arte e da ética na sociedade. Hoje o que se passa é o conflito entre a esfera da ciência e da ética. E esse atrito surgiu justamente quando a ciência começou a trabalhar com a matéria viva. Antes, trabalhava-se apenas com matéria inerte. Primeiramente, a ciência descobriu a combustão, depois a máquina a vapor, depois o motor de explosão, e electricidade, a electrónica. Vieram depois os instrumentos que modificaram profundamente a vida quotidiana: as próteses, as extensões do corpo humano. O carro é uma extensão do pé, o telefone uma extensão da orelha. E agora a ciência trabalha também com matéria viva.

Ao contrário de visões catastrofistas de correntes da Sociologia da Ciência configurando uma crise actual da Ciência (nomeadamente o designado “programa forte”, Barnes (1977); Bloor (1976) ou o anarquismo epistemológico de Feyerabend (1989) confundindo o “vale tudo” do contexto de descoberta (onde por certo até a alucinação de Kekulé caberia) com a racionalidade (ainda que tentativa e não definitiva) do contexto de justificação das teorias, partilhamos com Paul Caro de uma visão crítica mas optimista. Entendemos que há problemas por resolver, problemas que devem ser enfrentados, e cuja resolução exige um posicionamento inovador no que respeita a articulações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente e de que a Ética é um importante elo.

185

É possível traçar três posicionamentos historicamente dominantes, eles mesmo polifacetados, no que respeita a imagens sobre a Ciência/Tecnologia (ver Garcia et al 1996 y Solbes 1999).

- O primeiro posicionamento, considera que a Ciência e a Tecnologia são formas defeituosas de acção humana socialmente desestabilizadoras. Esta é uma perspectiva crítica que basicamente considera a Ciência como perversa, já que o conhecimento científico (embora válido) é contrário à felicidade humana. De acordo com Solbes (1999) esta perspectiva corresponde ao questionar das vantagens da Ciência (medicina, transportes, agricultura, etc.), se são acompanhadas de bombas atómicas, contaminação etc. Este posicionamento é frequentemente perflhado quer por muitos seguidores do fundamentalismo pedagógico quer por adeptos das teses de Habermas considerando que a Ciência moderna, estando ligada ao nascimento do capitalismo, partilha com ele o desejo de dominar, explorar e manipular a natureza e os homens. E acrescenta que daí a colocar a perversidade intrínseca da Ciência vai um passo que alguns já deram designando-a por ciência tecnocrática. Este um posicionamento que alimenta posições anti-científicas que aparecem como contraponto ao Cientismo. Neste posicionamento encontram-se frequentes questionamentos aos valores e normas definidos por Merton em 1942 (por muitos considerado como o pai da Sociologia

da Ciência) para o modo como a Ciência académica opera na prática (isto é, o tipo de ciência tradicionalmente levada a cabo nas universidades), normas conhecidas sob o acrónimo de CUDOS, iniciais de: Comunalismo (a Ciência como conhecimento público livre e à disposição de todos), Universalismo (as descobertas devem ser valorizadas pelos próprios méritos e não pela nacionalidade, raça, religião, sexo, idade ou categoria científica de quem as faz), Desinteresse (a Ciência pela Ciência, pelo progresso do conhecimento), Originalidade (a Ciência como descobrimento do desconhecido), e Cepticismo (Scepticism) (o conhecimento científico deve submeter-se a um exame crítico na procura de erros e contradições).

A esta visão por muitos considerada ingénua, contrapõem respectivamente, o secretismo da investigação, favorecimentos e subvenções aos membros da elite científica, disputas de prioridade na busca de prestígio e recompensas pessoais, plágio científico e, finalmente, uma educação científica muitas vezes dogmática. As polémicas recentes sobre a paternidade da descoberta do vírus HIV ou ainda sobre a exploração comercial da descoberta do Genoma Humano são exemplos que por certo alimentam um tal posicionamento. O mesmo se poderia dizer de frequentes casos de fraude científica vindos ao conhecimento público (tenha-se em conta o escândalo científico em 2001 sobre falsos resultados apresentados no domínio da terapêutica do cancro da mama por um cientista sul-africano). Mas se é verdade que tais casos existem, também não é menos verdade que a comunidade científica tem tido a sabedoria necessária para resolver situações dessa índole. Resnick (1998) refere que, apesar de um número crescente de evidências sobre problemas de comportamento ético na investigação científica nos Estados Unidos da América, tal facto é significativamente baixo comparado com outras profissões como direito ou negócios. O autor desenvolve aliás novos padrões éticos/morais para o enquadramento da actividade científica recuperando embora alguns dos princípios desenvolvidos por Merton. Segundo Ziman (1999) uma possível explicação de tais desvios e imperfeições da ciência têm a ver com as dinâmicas de passagem do modo tradicional de produção da Ciência, Ciência Académica (em que a principal recompensa é o reconhecimento social), para o modo de produção de Ciência Industrial (em que a recompensa já é a promoção e benefícios de ordem material). Para Collins (1999), o facto de se pensar que afinal a Ciência não é tão perfeita como se pensava, provoca dois tipos de reacções: “(...) há o sabor anti-ciência, que toma essa descoberta para legitimar as crenças new age...e há o sabor pró-ciência, que parte do princípio que qualquer interrogação sobre a compreensão tradicional da ciência é um ataque à ciência” (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002).

- O segundo posicionamento considera a ciência como forma verdadeira de conhecimento (verdade científica, por definição tentativa e dinâmica e que, portanto, não se confunde com certeza, salvo versões extremas do positivismo) e socialmente benéfica. É a perspectiva dominante na comunidade científica. No essencial, defende a neutralidade da Ciência. Este posicionamento assume quase sempre uma visão antropocêntrica em que o Homem conquista e controla a natureza através da Ciência/Tecnologia. Estabelece uma clara distinção entre a produção do conhecimento e a sua aplicação pela Tecnologia. Para muitos

autores, esta distinção entre Ciência e Tecnologia não é realista no contexto das sociedades modernas. Ziman (1994) considera que tal separação tem por pressuposto o estereótipo de modelo linear de inovação tecnológica que está ultrapassado. Segundo este modelo,

A comunidade científica leva a cabo investigação que produz descobertas; estas por sua vez são transferidas para o cerne da tecnologia- por exemplo, firmas de engenharia ou farmacêuticas que se tornam a base para invenções práticas. Depois de um longo e custoso processo de desenvolvimento tecnológico e comercial, os novos produtos eventualmente chegam ao mercado, hospital ou campo de batalha. Trata-se portanto de um modelo linear, através do qual a investigação “pura” tem consequências práticas de que não tem responsabilidade moral.

De acordo com aquele autor, um tal posicionamento não tem em consideração retornos (feedback) de aplicações prospectivas aquando da programação da própria investigação básica; ignora as preocupações do público atento sobre as oportunidades e riscos de inovação tecnológica; inventa uma barreira imaginária entre ciência tecnologicamente orientada e tecnologia cientificamente baseada; tenta manter um modelo ultrapassado de divisão social entre uma estrita comunidade de cientistas cujo único objectivo é suposto ser a busca do conhecimento e uma muito maior comunidade de investigadores, designers, técnicos e gestores supostamente só interessados com a aplicação desse conhecimento (Ziman, 1994). A separação entre Ciência e Tecnologia tem naturalmente articulações com o debate ético. Porventura a mais difundida das posições é a defendida por Bunge (1991) em que “(...) a Ciência básica está inocente e em que a Ciência aplicada e a Tecnologia podem ser culpadas”. Caricaturando a ingenuidade do pensamento disjuntivo entre Ciência e Tecnologia partilhado por muitos cientistas, Morin e Le Moigne (1999) qualificam-no nestes termos:

187

É verdade, acontecem coisas muito graves, mas nós não temos culpa. Aquilo que fazemos é uma ciência muito boa em que reina o espírito crítico. A técnica é uma coisa completamente diferente, é neutra como a língua de Esopo. Mas os políticos, os homens políticos, são muito maus, e então eles fazem mau uso das boas coisas que nós produzimos! (p.33).

E acrescentam que,

Ao contrário do século XVII em que Ciência estava marginalizada na sociedade, hoje em dia a Ciência está no centro da sociedade. A ciência tornou-se um fenómeno central, todas as empresas possuem laboratórios de pesquisa científica; o conhecimento científico estimulou o desenvolvimento do conhecimento técnico, o qual evidentemente reestimulou o conhecimento científico (...) É preciso distingui-los mas não dissociá-los (...) O verdadeiro problema moral nasce da enormidade de poderes que vieram da ciência e diante dos quais o cientista é impotente.

Para Morin e Le Moigne, a saída está numa ética de responsabilidade, ou seja,

Cada um de nós, pode, mais ou menos, sentir-se responsável ou culpado. Mas vocês sabem muito bem que a responsabilidade não é um conceito científico. Porquê? Porque a responsabilidade não tem sentido senão em relação a um sujeito que se percebe, reflecte sobre si mesmo, discute sobre si mesmo, contesta a sua própria acção. Ora o conceito de sujeito não tem nenhum lugar justamente nos princípios do conhecimento científico. Ser cientista é ser literalmente irresponsável por profissão! Isso não quer dizer que o cientista não seja responsável. Mas ele deve tratar esse problema da responsabilidade como qualquer cidadão, com a diferença que o que o faz trabalhar é alguma coisa que pode produzir vida e morte, sujeição ou libertação. Assim, vemos que o problema da ciência e da consciência se encontra hoje colocado como problema ético e como problema de consciência reflexiva, postulando ambos a reintrodução do sujeito.

No fundo o que o autor nos diz é que temos de rever e aprofundar o diálogo entre as várias ciências que o Cartesianismo separou (paradigma da redução/disjunção) e, em particular, qual o novo estatuto das Ciências Sociais e Humanas nesse enquadramento. Registe-se contudo que as Ciências da Terra, a Ecologia, a Cosmologia (entre outras) são bons exemplos de ciências que já se orientam num quadro sistémico. Quanto ao diálogo entre as designadas Ciências da Natureza e as Ciências Sociais e Humanas quase tudo está por fazer (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002).

188

- O terceiro posicionamento considera que a Ciência/Tecnologia constituem poderosas formas de conhecimento e acção, cujo desenvolvimento não pode ser racionalizado numa lógica meramente internalista, e que por vezes têm efeitos colaterais não desejados. Ou seja adopta uma posição de compromisso. Este é o posicionamento que tem sido aprofundado mais recentemente no quadro teórico conhecido por Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e que aqui partilhámos nas suas linhas mestras. De referir que a perspectiva CTS, para a qual a disjunção entre Ciência e Tecnologia é meramente académica, é ele mesma polifacetada segundo várias tradições, designadamente as tradições americana e a europeia. Embora de um modo sumário, refira-se aqui que a ênfase da primeira é a abordagem das consequências sociais das inovações tecnológicas, suas influências sobre a nossa forma de vida e sobre as instituições. A tradição europeia coloca a ênfase na dimensão social antecedente aos desenvolvimentos científico-tecnológicos, ou seja, pretende descrever como participam na génese e aceitação das teorias científicas uma diversidade de factores económicos, políticos, culturais, etc. (para o aprofundamento desta problemática ver por exemplo Garcia et al, 1996). É, portanto, importante assinalar que é a nível dos estudos sobre o desenvolvimento científico/tecnológico que se devem ir procurar as raízes do actual movimento CTS bem conhecido ao nível do desenvolvimento curricular (e não ao invés) [Cachapuz, Praia e Jorge, 2002].

Vale a pena referir detalhadamente considerações feitas na Declaração final da Conferência Mundial sobre “Ciência para o século XXI: um novo compromisso” realizada sob a égide da UNESCO em 1999 e cujo título em si mesmo já é suficientemente sugestivo.

De entre os vários considerandos aí expostos refiram-se em particular os seguintes:

- o estado actual das ciências naturais e a direcção que estão a tomar, o impacto social que têm tido e o que a sociedade espera delas
- que no século XXI a Ciência tem de se tornar um bem partilhado...
- a necessidade cada vez maior de conhecimento científico nas decisões públicas e privadas
- que o acesso ao conhecimento científico para fins pacíficos, desde cedo na vida, é parte do direito à educação...
- que o futuro da humanidade se vai tornar mais dependente da produção, distribuição e uso equitativos do conhecimento do que jamais foi
- o actual processo de globalização e o papel estratégico que nele tem o conhecimento científico e tecnológico
- que a investigação científica e o uso de conhecimento científico devem respeitar os direitos humanos e a dignidade dos seres humanos...
- que algumas aplicações da ciência podem ser prejudiciais para os indivíduos e para a sociedade, para o ambiente e para a saúde humana, podendo mesmo ser ameaçadoras da continuidade da existência da espécie humana, e que a contribuição da ciência é indispensável à causa da paz e do desenvolvimento e à segurança mundial
- que os cientistas e outros agentes importantes têm uma responsabilidade especial na tentativa de evitar aplicações da ciência que sejam eticamente erradas ou tenham impactos adversos
- a necessidade de praticar e aplicar as ciências de acordo com requisitos éticos apropriados.

189

UNESCO (1999)

Não é demais assinalar a importância destes considerandos pelo que representam como esteio a um novo olhar sobre as finalidades da Ciência valorizando uma dimensão Ciência em Sociedade e Ciência para a Sociedade. Aí se apela à “responsabilidade social dos cientistas”, “que todos os cientistas devem comprometer-se com elevados padrões éticos e deve ser estabelecido para as profissões científicas um código de ética baseada nas normas pertinentes consagradas em instrumentos jurídicos internacionais relativos aos direitos humanos”; aí se diz também que “cada país deve estabelecer medidas apropriadas para abordar a ética da prática científica e da utilização do conhecimento científico e das suas aplicações” (idem).

Tais formas de regulação externa não são pacíficas. Sandal (1998) defende uma grande autonomia da Ciência na construção do seu projecto e manifesta-se contra o

que chama metaforicamente de “polícia científica”. No entanto, defende uma maior atenção a considerações de ordem ética, mas sugere que a primeira responsabilidade deve estar nos próprios cientistas (processos de regulação interna) ao afirmar que

As a first step, they have to become conscious of the part they play in producing certain knowledge and certain products and the uses to which they are put; secondly, scientists have to learn to view their work in the context of values and goals that affect it and the ways it affects society. Ethical concerns should include an attitude of reverence toward humans and other creatures, concern for the safety of products as regard health and possible impacts on the environment. Also, scientists should take care to point out benefits and risks more openly, both in the front of decision makers and the public.

E termina, referindo um aspecto da maior importância (embora quanto a nós um dos grandes ausentes do perfil de formação dos cientistas) dizendo “(...) these considerations and responsibilities *must* (o itálico é nosso) be part of the education of a scientist”. Com tudo o que atrás referimos queremos sublinhar a questão da necessidade de introduzir a reflexão ética como parte integrante não só da educação de futuros cientistas mas também daqueles que estão na primeira linha da educação para uma cidadania, responsabilmente interveniente, os professores. O que se passa em Portugal nos currículos de formação de professores a este respeito é, assim o consideramos, um deserto de ideias.

190

Em síntese, o ponto de vista que aqui queremos realçar e defender é a nossa convicção sobre o papel insubstituível da Ciência/Tecnologia na construção da Sociedade do Conhecimento, importância que lhe advém não só da compreensão e explicação privilegiadas que ela nos proporciona sobre o Mundo mas também pelo que representa de instrumento essencial para o transformar tendo em vista um melhor bem-estar de todos que nele habitam. De notar que aí se inscrevem finalidades de sentido ético-social. Não é certamente a única maneira válida de compreender e explicar o mundo, como ainda pretende o discurso triunfalista e redutor do Cientismo, mas recorrendo a uma analogia recente entre o papel do conhecimento científico e o papel da democracia nas sociedades modernas, partilhamos da ideia que “o conhecimento científico actual é a melhor compreensão que temos do mundo tal como a democracia é a melhor forma de organização social” (Longbottom e Butler, 1999). O mesmo é dizer que se trata de um projecto inacabado e, por isso mesmo, possível de ser por nós melhorado.

São várias as implicações do posicionamento que aqui tomamos sobre a Ciência. Tais implicações conduzem-nos a considerar como necessária uma maior aproximação às Ciências Sociais e Humanas e assim, também, uma maior compreensão do papel central que estas devem desempenhar no quadro da Sociedade do Conhecimento.

A prática do que Lévy Leblond (2001) chama de “crítica científica” entendida como o que permite explicitar, comentar e compreender o sentido das obras, pode ser uma estratégia importante num novo diálogo entre todas as ciências. Na verdade, no entender daquele físico, “(...) o grande paradoxo é que, no que toca à Ciência, nós não temos isso” (crítica científica) [...] “temos a criação- a pesquisa científica, as ideias, os novos conhecimentos- mas não temos o trabalho de elucidação do sentido que permite que essa criação seja comentada e compreendida por todos”.

### **Ponto de partida para uma educação científica**

É, pois, em todo este contexto que a consciência individual e social começa a estar alertada para a existência de complexos e graves problemas sociais. Trata-se de uma exigência democrática de que vamos, felizmente, tomando consciência, ainda que também, diga-se desde já, muito lentamente. No nosso entendimento é aqui que joga um papel decisivo uma educação científica, capaz não só de sensibilizar mas, sobretudo, de fortalecer a consciência de estudantes-cidadãos. Trata-se de questionar um ensino científico assente quase só em matrizes disciplinares, predominantemente informativo e que dá prioridade a uma natureza mítica da ciência; trata-se de questionar os currículos que não relacionam a ciência com assuntos humanos, com a tecnologia, com a vida do quotidiano das pessoas. Os estudantes de hoje são cidadãos que viverão as suas vidas no terceiro milénio e daí dever proporcionar-se-lhes elementos de reflexão sobre acontecimentos que ocorrerão e que terão importância decisiva nos seus percursos de vida, tal como o desenvolvimento da tecnociência, e que hão-de revolucionar drasticamente as suas vivências. Assim, cada vez mais faz menos sentido pensar no conhecimento científico fora do contexto da sociedade e do desenvolvimento tecnológico actual. A educação científica não pode alhear-se das mudanças ocorridas na ciência, “nem deixar de dar resposta a mudanças de ethos da ciência” (E. Santos, 1998). Trata-se, pois, de preconizar modificações e novas orientações no sentido de melhor poder dar resposta a necessidades novas da sociedade pós-industrial.

191

A educação científica não deve negligenciar a vertente tecnológica, deixando desse modo de olhá-la unicamente num contexto profissional/vocacional e, só marginalmente, num contexto científico-educacional. A forma como a sociedade usa a tecnologia na actualidade exige que a escola, e não só, promova o reencontro das construções e dos conceitos entre a tecnologia e a ciência. Apela-se, como referimos, à sua integração e ao estabelecimento de ligações e de relações de unificação entre elas. Como nos diz Hurd (1994):

Desde a década de setenta, a opinião pública americana tem apelado a mudanças revolucionárias na maneira como as crianças são formadas para lidarem com a nossa sociedade de conhecimento intensivo e para uma cultura mundial emergente impulsionada pelos avanços científicos e tecnológicos.

Neste sentido importa, nomeadamente,

- I. provocar uma viragem do “conhecimento em si” para o “conhecimento em acção”;
- II. revalorizar o trabalho que requer competências práticas;
- III. modificar as expectativas de grupos sociais face ao ensino;
- IV. reconhecer a inevitável ligação de uma educação científico-tecnológica a uma educação para os valores.

A finalizar, e como corrobora Martins (2003):

Os currículos e programas devem contemplar também outras dimensões do conhecimento científico para além da dimensão conceptual, adaptadas ao nível etário em questão, tais como aspectos da natureza da Ciência, da relação ciência-sociedade, da relação ciência-tecnologia e da relação ciência-ética. Esta orientação é a essência do movimento CTS para o ensino das Ciências que tem vindo a ganhar importância crescente, em vários pontos do mundo, no âmbito da Educação em Ciência.

E que aqui referimos como ponto de partida para a temática tratada.

192

## **Bibliografia**

BARNES, B. (1977): *Interests and the Growth of Knowledge*, Routledge & Kegan Paul, London.

BLOOR, D. (1976): *Knowledge and Social Imagery*, Routledge & Kegan Paul, London.

BUNGE, M. (1996): *Ética, Ciência y Técnica*, Sudamericana, Buenos Aires.

\_\_\_\_\_, M. (1991): “Basic science is innocent; applied science and technology can be guilty”, in D. Dahlstrom (ed.) *Nature and Scientific Method*, Washington, DC, , pp. 95-105.

CACHAPUZ, A., PRAIA, J.; JORGE, M. (2002): *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*, Ministério da Educação/Instituto de Inovação Educacional, Lisboa.

CARO, P. (2001): Ciclo de Conferências “O Futuro do Futuro”, in *Jornal Público* de 26/02/01.

COLLINS, H. (1999): "A comunidade científica em tempos de disputa", in F. Gil (coord.) *A Ciência tal qual se faz*, Sá da Costa, Lisboa, pp. 53-64.

FEYERABEND, P. (1989): *Contra el Método*, Ariel, Barcelona.

GARCIA, M., LÓPEZ CERESO, J.; LÓPEZ, J. (1996): *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una Introducción al estudio social de la Ciencia y de la Tecnología*, Tecnos, Madrid.

GENNES, P. G. (2001): Ciclo de Conferências, "O Futuro do Futuro", in *Jornal Público*, 24/02/01.

HABERMAS, J. (1987): *Técnica e Ciência como "Ideologia"*, Edições 70, Lisboa.

HURD, P. (1994): "New minds for a new age. Prologue to modernizing the science curriculum", *Science Education*, 78 (1), 113-116.

LATOUR, B. (1992) : *La Logique des réseaux stratégiques*, L'Harmattan. Paris.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. (1996): *La vie de laboratoire: la production des faits scientifiques*, La Découverte, Paris.

LÉVY-LEBLOND, J. (2001): Ciclo de Conferências "O Futuro do Futuro", in *Jornal Público*, 7/5/01.

LONGBOTTOM, J.; BUTLER, P. (1999): "Why teach science? Setting rational goals for science education", *Science Education*, 83, 473-492.

LÓPEZ CERESO, J. A. (1999): "Ciencia y Tecnología como formas de conflicto social", in A. Ambrogi (ed.) *Filosofía de la Ciencia: el giro naturalista*, Universidad de las Islas Baleares, Palma, pp. 319-340.

LUZ, J. B. (2002): *Introdução à Epistemologia. Conhecimento, Verdade e História*, Casa da Moeda, Lisboa.

MARTINS, I. (2003): "Literacia Científica e Contributos do Ensino Formal para a Compreensão Pública da Ciência", in Lição Síntese apresentada para Provas de Agregação, Universidade de Aveiro.

MAYOR, F. (1999): "La science: pourquoi et pour qui?", *Le Courrier de l'Unesco*, 9, Maio.

MORIN, E. (1994): *Ciência com consciência*, Publicações Europa América, Lisboa.

MORIN, E. ; LE MOIGNE, J. (1999): *A inteligência da Complexidade*, Peirópolis, S. Paulo.

POSTMAN, N. (1994): *Tecnopolio - Quando a cultura se rende à tecnologia*, Difusão Cultural, Lisboa.

POSTMAN, N. (1998): "Five things we need to know about technological change", in *Symposium The new technologies and the human person: communicating the faith in the new millennium*, Denver, Colorado.

RESNICK, D. (1998): *The Ethics of Science*, Routledge, London.

ROYAL SOCIETY (1985): *The Public Understanding of Science*, Londres, Royal Society.

SANDAL, R. (1998): "Truth and scepticism", in *The Social Science Bridge*, Ministério da Ciência e Tecnologia, Lisboa, pp. 93-100.

SANTOS, B. S. (1997): *Um discurso sobre as Ciências*, Edições Afrontamento, Porto.

\_\_\_\_\_, B. S. (1989): *Introdução a uma Ciência pós-moderna*, Afrontamento, Porto.

SANTOS, M. E. (1998): *Respostas Curriculares a Mudanças no Ethos da Ciência. Os manuais escolares como reflexo dessas mudanças*, Universidade Clássica de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Educação. (Tese de Doutoramento).

194

SOLBES, J. (1999): "Los valores en la enseñanza de las ciencias", *Alambique*, 22, 97-108.

UNESCO (1999): *Ciência para o século XXI- Um novo compromisso*, Comissão Nacional da UNESCO, Lisboa. Disponible en: <http://www.unesco.org/science/wcs>.

ZIMAN, J. (1999): "A Ciência na Sociedade Moderna", in F. Gil (coord.) *A Ciência tal qual se faz*, Sá da Costa, Lisboa, pp. 437-450.

\_\_\_\_\_, J. (1994): "Public understanding of science: constituencies and stereotypes", in *O Futuro da Cultura Científica*, Instituto de Prospectiva, Lisboa, pp. 25-36.

\_\_\_\_\_, J. (1985): *Enseñanza y Aprendizaje sobre la Ciencia y la Sociedad*, Fondo de Cultura Económica, México.

## Educación CTS y alfabetización científica y tecnológica. Una panorámica general a través de contextos culturales diferentes\*

Bajo este título genérico se reseñan a continuación tres libros de editor y otro de autor que tratan de la educación CTS en la enseñanza de las ciencias. Por sus características, los tres textos de coautoría elegidos -dos en inglés y uno en castellano- proporcionan en conjunto al lector una muy amplia panorámica de la influencia del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias, abordando contextos culturales tan diferentes como los de países anglófonos (Reino Unido, Canadá, Estados Unidos y Australia) y de la Península Ibérica (España y Portugal). El cuarto libro, escrito en portugués y reseñado también en ese idioma, es sobre todo una profunda reflexión sobre el papel de la temática CTS en la ciencia escolar. De las páginas de todos ellos pueden extraerse numerosas conclusiones, pero si hubiera que destacar una sola, ésta sería que el futuro de la enseñanza de las ciencias debe vincularse al de la educación CTS, que ha de tener el papel principal que está pidiendo nuestro tiempo en la renovación de la primera.

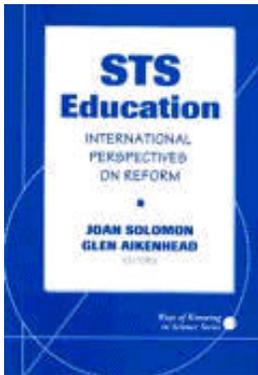
195

En estos cuatro libros los lectores podrán captar el valor de la educación CTS en la enseñanza de las ciencias, la cual pretende múltiples metas, tales como favorecer la alfabetización científica y tecnológica de todas las personas desde ciertas posiciones, formar al alumnado para poder tomar decisiones respecto a asuntos tecnocientíficos de interés personal y social, aproximar el currículo de ciencias a la vida cotidiana, preparar a las personas para que puedan tener éxito en un mercado laboral cada vez más condicionado por la ciencia y la tecnología y, en definitiva, proporcionar una visión de éstas más amplia, humana y auténtica, tanto en las enseñanzas secundaria y universitaria, como en el marco general de la sociedad.

\* José-Antonio Acevedo-Díaz, Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, España. Correo electrónico: ja\_acevedo@vodafone.es; Ángel Vázquez-Alonso , Consejería de Educación de las Islas Baleares, España. Correo electrónico: avazquez@iaqse.caib.es; Maria de Fátima Paixão , Instituto Politécnico de Castelo Branco, Portugal. Correo electrónico: fatimapaixao@ese.ipcb.pt

Desde estas líneas, escritas como presentación de las reseñas, animamos a hacer una lectura reflexiva de los textos, porque en el siglo XXI ya no es posible seguir enseñando las ciencias sin tener en cuenta sus constantes conexiones con la sociedad y la tecnología, como ha venido sucediendo habitualmente hasta ahora.

**Joan Solomon; Glen Aikenhead [eds] (1994): *STS Education: International Perspectives on Reform*, New York, Teachers College Press.**



Este libro fue publicado por primera vez hace ya una década para celebrar la mayoría de edad del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias, que tuvo sus antecedentes generales muchos años antes en el campo académico de los estudios sociales de la ciencia. En la fecha de su publicación, diversos países entre los de mayor desarrollo socioeconómico estaban gestando o poniendo en marcha algunas reformas curriculares que proponían una enseñanza de las ciencias que incluyera explícitamente los objetivos y contenidos más representativos de la educación CTS.

196

Para el lector, el interés del libro editado por Solomon y Aikenhead radica en la posibilidad de contemplar una excelente visión panorámica de la educación CTS en la enseñanza de las ciencias, y también conocer importantes claves que conectan las reformas inspiradas por el movimiento CTS con anteriores tradiciones de investigación y de enseñanza en didáctica de las ciencias. No en vano la mayoría de las personas que forman el elenco de autores son reconocidas personalidades de la investigación en didáctica de las ciencias, con dilatados currículos profesionales que les autorizan a construir este puente entre el pasado y el futuro -que ahora ya es el presente- de la educación científica.

La educación CTS es compleja y, sin duda, también lo es escribir sobre ella, lo cual puede suponer quizás una dificultad añadida para su aceptación por muchos científicos, profesores y profesionales de la didáctica de las ciencias. Algunos incluso llegan a decir que se trata de un campo de conocimientos demasiado disperso, confuso a veces y hasta incoherente; pero, en ciertas partes del mundo, la educación CTS es hoy el corazón de muchas de las más importantes innovaciones y reformas de la enseñanza de las ciencias. Aunque su lectura pudiera no ser fácil en algún capítulo, las numerosas ideas novedosas -siguen siéndolo aún en su mayor parte a pesar del tiempo que ha pasado- que pueblan sus páginas son un auténtico desafío para las mentes más inquietas y creativas.

Dos cuestiones básicas laten a lo largo del libro: una crítica a la enseñanza habitual de las ciencias y la búsqueda de una ciencia escolar más relevante para las personas y la sociedad, subrayando siempre el compromiso social que la ciencia y la tecnología deben asumir con las diversas comunidades sociales del presente. Este compromiso se hace operativo mediante la permanente implicación de la enseñanza de las ciencias con la acción cívica en el seno de estas comunidades. El impacto de las innovaciones tecnológicas, los problemas medioambientales, los intereses económicos y el desarrollo de las sociedades son lugares comunes en sus páginas. No obstante, también cabe destacar, como hacen algunos autores en sus contribuciones, que las innovaciones que propone la educación CTS no pueden olvidar que el propósito general de la educación científica en la escuela es enseñar ciencias y hacerlo de la mejor manera posible. Las críticas académicas y las innovaciones propuestas no deben ocultar esta finalidad pragmática y permanente de la educación científica.

El libro está estructurado en cinco partes: (I) "Argumentos y desafíos", (II) "CTS en las aulas de ciencias", (III) "Comprensión pública y diversidad cultural", (IV) "Cuestiones de género y CTS" y (V) "Investigación sobre educación CTS", cada una de ellas con un número variable de capítulos.

La primera, "Argumentos y desafíos", describe las raíces y fundamentos de los estudios sociales de la ciencia y plantea los principales desafíos de la educación CTS. Las experiencias sociales y políticas de la segunda mitad del siglo XX contribuyeron a destruir el mito de la ciencia neutral y condujeron después a la necesidad de incluir las cuestiones sociales en el currículo de ciencias, lo que dio origen al enfrentamiento con la enseñanza tradicional de las ciencias. Se plantea también que la naturaleza propia de la educación CTS está en dar un enfoque general a la enseñanza de las ciencias, y para conseguirlo es clave el papel que debe tener el profesorado. Como principales desafíos se señalan el lugar preferente de la tecnología en el currículo de ciencias, la diversidad cultural de los estudiantes y la formación para la participación ciudadana en los asuntos públicos de la ciencia y la tecnología.

197

La segunda sección, "CTS en las aulas de ciencias", expone los diferentes canales por donde fluía la educación CTS en aquella época, mostrando algunos proyectos y programas educativos CTS existentes en el momento de la publicación. Se describen los objetivos, contenidos y metodología de la educación CTS y algunas formas de integración entre esta perspectiva y la enseñanza más convencional de las ciencias. Asimismo se presentan los aspectos más innovadores de la educación CTS para el profesorado, tales como el desarrollo de materiales didácticos CTS, las características de una enseñanza de las ciencias basada en las propuestas CTS y el uso en el aula de materiales innovadores.

La parte tercera, "Comprensión pública y diversidad cultural", pone el acento en los aspectos multiculturales que hay que tener en cuenta para mejorar la comprensión pública de la ciencia, y que deben afrontarse en el seno de la diversidad cultural del

aula, de la comunidad local, del país y, por último, de todo el planeta. Se sostiene que la capacidad para debatir sobre los riesgos tecnocientíficos y los problemas medioambientales precisa de una educación CTS que, ineludiblemente, debe afrontar las cuestiones éticas, morales y religiosas. Por un lado, las cosmovisiones tradicionales de las diferentes culturas no occidentales -como las africanas y las asiáticas- plantean la necesidad de una educación CTS en un contexto multicultural y, por otro, la finalidad de participar en las cuestiones públicas de la ciencia y la tecnología sugieren prestar atención preferente a una formación en estos temas que posibilite su crecimiento posterior a lo largo de toda la vida y al papel que puede representar en ello la educación no formal.

La sección cuarta, "Cuestiones de género y CTS", se ocupa del importante tema de la marginación de las mujeres en la ciencia y la tecnología. Se analizan la influencia de las diferencias de género en la ciencia escolar y los problemas que plantean a la educación científica, así como las propuestas feministas sobre el papel de la mujer en la ciencia y la tecnología, las cuales exigen nuevos planteamientos de una educación científica que sea verdaderamente para todas las personas; un objetivo que aún no está plenamente conseguido en la mayoría de los países.

La última parte, "Investigación sobre educación CTS", ofrece una revisión crítica del estado de la investigación sobre la educación CTS. Una parte de esa investigación muestra los efectos positivos para los estudiantes de una enseñanza de las ciencias que sigue una orientación CTS, cómo aprenden éstos ciencia y tecnología, la evolución del profesorado cuando aplica un proyecto CTS y la importancia de centrarse más en los contenidos que relacionen a la ciencia y la tecnología con la vida cotidiana de los estudiantes. Por último, se plantean algunos nuevos desafíos para la investigación, tales como la explicación de los procesos educativos que producen resultados positivos en la formación CTS, la aplicación de un punto de vista más flexible del constructivismo y la necesidad de superar los defectos habituales en la investigación de las actitudes CTS y su relación con la acción -la conducta- de las personas.

198

Aunque todos los capítulos son interesantes, las contribuciones independientes de los diversos autores permiten hacer una selección personal de la lectura del libro, lo que puede ser una circunstancia bien acogida por el lector. A pesar del tiempo transcurrido, los capítulos que están dedicados a dar los fundamentos de la educación CTS continúan siendo de referencia obligada por su calidad y validez para fijar un marco de referencia teórico. Por el contrario, los capítulos que describen experiencias concretas de aquella época compiten hoy con otras contribuciones, de modo que ahora se puede encontrar en la bibliografía mayor variedad de propuestas y nuevas sugerencias para el aula, pues diversos países han incluido las orientaciones CTS en sus currículos oficiales y otros, como algunos de Iberoamérica, están planteándose actualmente con seriedad.

En suma, este libro se ha convertido ya en un clásico del tema y continúa siendo muy recomendable para el profesorado de ciencias que desee innovar su actividad docente desde una perspectiva CTS.

**David D. Kumar; Daryl E. Chubin [eds] (2000): *Science, Technology and Society: A Sourcebook on Research and Practice (Innovations in Science Education and Technology)*, New York, Kluwer Academic Publishers/ Plenum Publishers.**



Este libro es una valiosa publicación sobre la teoría y la práctica CTS que incluye también aspectos relevantes de su enseñanza y aprendizaje. A través de once capítulos, escritos por científicos, ingenieros, educadores, sociólogos y filósofos, se examinan la historia, naturaleza, implicaciones, práctica y consideraciones políticas de la temática CTS. Asimismo se proporciona una perspectiva comprensiva de la educación CTS, se hacen sugerencias sobre la formación básica en ciencia y tecnología que requiere un ciudadano del siglo XXI y se justifica porqué la educación CTS es un camino adecuado para conseguirla.

Los editores manifiestan su propósito de contribuir a conectar mejor las preocupaciones educativas del profesorado de secundaria con los puntos de vista sobre CTS de los especialistas universitarios, mostrando la vitalidad de CTS como una perspectiva bien documentada capaz de desafiar a la enseñanza tradicional de las ciencias y el impacto de la educación CTS en las enseñanzas secundaria y universitaria. En el libro se revisa el papel de la educación CTS respecto a la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía para facilitar su inserción en el mundo laboral y para participar en la toma de decisiones cívicas sobre estos asuntos. También se hace un análisis de las tendencias y problemas de los planes de estudios que incorporan la educación CTS, las implicaciones políticas de los planteamientos CTS y los problemas de la investigación en esta área para el futuro.

199

El primer capítulo, “Educación Científica Real: Sustituyendo ‘FQB’ (Física, Química, Biología) por C(iencia) a través de CTS en todos los niveles educativos: ‘Materiales’ como enfoque”, es muy provocativo, pues propone sustituir las disciplinas científicas tradicionales por la tecnología y la ciencia, en general, como eje pedagógico para todos los niveles y etapas del sistema educativo -incluida la universidad- con la finalidad de mejorar la comprensión pública de la ciencia desde una perspectiva social, ética y política.

El capítulo segundo, “El desarrollo de la alfabetización científica cívica en EE.UU.”, estudia el concepto, medida y desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica, utilizando distintos bancos de datos nacionales de los EE.UU. para proponer modelos explicativos basados en diversas variables escolares desde la escuela primaria hasta la universidad. Los resultados muestran la importancia del tipo de ciencia escolar a la hora de configurar la alfabetización básica de las personas.

El tercero, "CTS en Canadá: de la política a la evaluación del estudiante", examina los proyectos CTS desarrollados en ese país, describiendo cuatro procesos -deliberación política, investigación y desarrollo, aplicación y evaluación- para el desarrollo y la implantación de los distintos productos asociados -currículo, materiales, comprensión del profesorado y aprendizaje del estudiante. Se destaca que los proyectos con más éxito se caracterizan sobre todo por un cambio en la evaluación de los estudiantes y un apoyo más adecuado al profesorado.

El cuarto capítulo, "Compromisos, riesgos y regulaciones en Ciencia y Tecnología: Implicaciones para la educación CTS", analiza críticamente, desde perspectivas legales y económicas, el proceloso mundo de las regulaciones legales de la ciencia y la tecnología en temas como la ley de especies en peligro de extinción, las normas económicas sobre el consumo medio de energía y la regulación del colchón de aire. Para proteger mejor la salud de las personas y aumentar su seguridad se propone incorporar en los temas CTS el estudio de las consecuencias imprevistas o indirectas de la ciencia y la tecnología.

El capítulo quinto, "Reflexiones sobre la evaluación de CTS: más preguntas que respuestas", sostiene que la orientación CTS es preferible a la enseñanza convencional de la ciencia, incluso aunque CTS se enfoque de forma suplementaria. Se denuncia la escasez de suficientes temas CTS y criterios de evaluación en el currículo estatal y se plantea una serie de cuestiones para la investigación y el desarrollo CTS en el futuro, tales como la definición más clara de los objetivos educativos, la mejora de la formación del profesorado y la evaluación de la efectividad de los cursos CTS.

El sexto capítulo, "Ciencia, Tecnología, Sociedad, y Medio Ambiente: la alfabetización científica para el futuro", presenta un análisis de los temas medioambientales en los libros de texto norteamericanos, que es un aspecto básico de la educación CTS, aunque algunos autores insistan en agregarlo con las siglas CTSA como si se tratara de un apéndice. La presentación de los temas CTS es muchas veces un añadido superficial a los más tradicionales de la enseñanza de las ciencias -un rasgo que suele ser típico cuando los temas CTS se tratan como una infusión en el currículo- dudándose de su eficacia para afrontar los retos del futuro y abogándose por el diseño de una educación más rigurosa, sustantiva e integral mediante el desarrollo del currículo de ciencias a través de CTS.

En el capítulo siguiente, "Marginación de la Tecnología en la educación CTS en las escuelas de América", se denuncia la escasa representación de la tecnología en el currículo de ciencias, abogando por incrementar su presencia.

El octavo capítulo, "Comprensión del calentamiento global: Implicaciones para la educación CTS después del año 2000", aborda las ideas de los estudiantes sobre el polémico tema del calentamiento global y sus implicaciones, ratificando la necesidad de incluir este tema en el currículo de ciencias, pese a su complejidad, pues continuará siendo un tema CTS importante durante el siglo XXI.

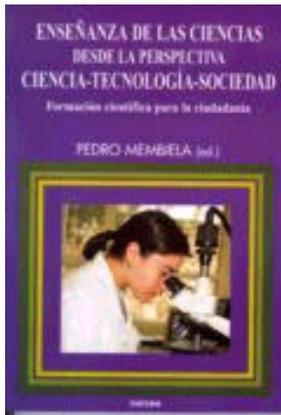
El capítulo noveno, “La educación CTS para los profesionales del conocimiento”, plantea el sugestivo tema del valor de la educación CTS no sólo para científicos e ingenieros, sino también para los profesionales de las empresas, industrias o agencias gubernamentales que liderarán el curso del cambio científico y tecnológico. Se propone la renovación de los programas universitarios incluyendo la formación CTS para dar respuesta a las necesidades -técnicas y no técnicas- de estos profesionales.

Los dos últimos capítulos, “Volviendo a culturizar la ciencia: política, plan de acción y promesas a seguir” y “Tendencias y oportunidades en los estudios de ciencia y tecnología: El punto de vista de la National Science Foundation”, abordan, respectivamente, la historia de la cultura y la política científica y tecnológica y la imagen de las carreras científicas y de los científicos, su financiación, etc. Aunque ambos capítulos se refieren sólo a los EEUU, algunas sugerencias son potencialmente enriquecedoras y podrían extrapolarse a otros países. Entre las principales conclusiones que se hacen están la de incorporar más personas al sistema tecnocientífico, conectar más y mejor la investigación con el desarrollo y la ciencia con la tecnología, valorar las críticas procedentes del movimiento CTS y atender también a lo que dicen los críticos de la ciencia.

En resumen, el libro de Kumar y Chubin ofrece una reflexión global sobre la teoría y la práctica CTS dirigida a un público muy variado, como profesores, investigadores, políticos, gestores y otros profesionales relacionados con la ciencia y la tecnología. El propósito declarado por sus editores es mantener la tensión innovadora original del movimiento CTS y la articulación de nuevas ideas en todos los niveles de la educación formal y no formal: prácticas de aula, planes de estudios, política y cultura ciudadana, etc. Los posibles lectores deben tener en cuenta que el libro tiene una orientación preferente hacia los estudios superiores y un cierto nivel académico, aunque no faltan interesantes sugerencias sobre la educación previa a la universitaria. Asimismo hay que situarlo en el contexto particular de los EEUU, de modo que en algunos momentos su lectura puede ser farragosa para quien no tenga algún conocimiento de ese país. Por último, al ser un libro de coautoría, con distintas contribuciones independientes, deja al lector la posibilidad de seleccionar aquellas lecturas que sean de su interés principal.

201

**Pedro Membiela [ed.] (2002): *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, Madrid, Narcea.**



Según su editor, con este libro de coautoría se pretende mostrar una panorámica del movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza de las ciencias de la Península Ibérica, un propósito para el que ha contado con un amplio grupo de especialistas en didáctica de las ciencias de España y Portugal.

El libro está organizado en cuatro partes: (I) “La enseñanza de las ciencias orientada a la formación ciudadana”, (II) “Integración de CTS en el currículo escolar”, (III) “Estudiantes y profesores en el marco CTS” y (IV) “La práctica educativa: proyectos curriculares y futuro de la orientación CTS”.

202

De acuerdo con el subtítulo, la primera parte del libro gira alrededor de la necesidad de una formación científica para la ciudadanía, que es una de las finalidades declaradas por la educación CTS. En las páginas de esta sección -la más extensa- se dan la mano diversos lemas que en la actualidad están muy en boga en la bibliografía internacional, tales como alfabetización científica, ciencia para toda la ciudadanía, ciencia como cultura, educación científica para un desarrollo sostenible, etc. Estas importantes cuestiones se tratan explícitamente con detalle en cinco de los seis capítulos que componen esta parte del libro, pero a menudo vuelven a aparecer a lo largo del mismo. La sección se cierra con un capítulo donde se revisan brevemente distintos aspectos relacionados con el movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias.

La segunda parte consta de tres capítulos. En los dos primeros se aborda la presencia CTS en los sistemas educativos portugués y español, respectivamente, aunque de forma centrada en el currículo planificado en la normativa y en los diseños curriculares más que en el realmente aplicado en el aula. El recorrido por ambos sistemas educativos nos muestra una pobre imagen de los contenidos CTS, pese a que en España algunas sugerencias más o menos acordes con las principales ideas del movimiento CTS se vieron favorecidas por las reformas curriculares derivadas de la LOGSE en la década de los noventa. Además de otros motivos que se señalan en el libro, su influencia real en las clases de ciencia se ve aún más reducida por la escasez de orientaciones más claras para el profesorado y, sobre todo, de criterios de evaluación que ayuden a concretar en mayor medida la contextualización CTS de la enseñanza de las ciencias en la práctica docente. En consecuencia, pese a los múltiples ejemplos de proyectos que se presentan para el caso español -algunos de ellos difícilmente clasificables con propiedad como CTS- un somero análisis del

currículo que se aplica habitualmente en las aulas nos llevaría a considerar que en estos momentos la presencia CTS en la enseñanza de las ciencias sigue siendo una innovación educativa con poca incidencia real en la práctica. Esta sección se cierra con un capítulo donde se comenta la materia CTS optativa del bachillerato español y se hace una propuesta para su desarrollo; una asignatura que, conviene recordarlo, no se ha implantado en todas las Comunidades Autónomas de España y que, allí donde lo ha sido, su elección por el alumnado ha sido bastante desigual.

La tercera parte incluye solamente dos capítulos sobre el alumnado y el profesorado, pero que resultan fundamentales. Ya se sabe que si algo se considera suficientemente importante para su inclusión en el currículo resulta imprescindible planificar su evaluación; si no se disponen suficientes conocimientos o medios para ello, es urgente conseguirlos y desarrollar los instrumentos apropiados. En el primer capítulo se afronta precisamente la espinosa cuestión de la evaluación de las actitudes y creencias CTS, un tema que, en general, ha sido tratado hasta hace poco con escaso rigor metodológico, incluso en el ámbito internacional; allí se esbozan algunas cuestiones metodológicas y se muestran ejemplos de actitudes y creencias de los estudiantes sobre diversos temas CTS. El segundo capítulo se ocupa de la formación del profesorado, apuntando directamente al núcleo del debate sobre la enseñanza de las ciencias; esto es, a la importante cuestión de las finalidades de la educación científica, propugnando una perspectiva para toda la ciudadanía frente a la estrecha y elitista visión propedéutica. Como se afirma, la participación a fondo del profesorado en este debate durante su formación es absolutamente necesaria para que pueda llegar a implicarse de verdad en los procesos de innovación y reforma de la enseñanza de las ciencias.

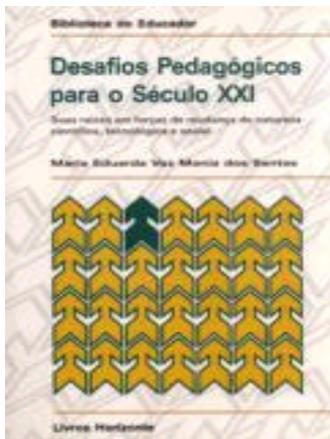
203

En los tres primeros capítulos de la última parte del libro se exponen, respectivamente, las características de los tres proyectos CTS que han sido más divulgados en España: Salters, APQUAy Ciencia a través de Europa (SAE) / Ciencia a través del mundo (SAW). Los dos primeros se estructuran para desarrollar la química a través de las coordenadas CTS, mientras que el último, con contenidos de carácter más general, se organiza mediante unidades CTS que pueden insertarse en el currículo ordinario o bien destinarse al desarrollo globalizado de temas concretos. Los tres proyectos siguen un enfoque CTS del tipo IOS -acrónimo que se corresponde con las iniciales de la expresión en inglés Issue-Oriented-Science- que se basa en cuestiones científicas y tecnológicas problemáticas que tienen interés social; un enfoque que podría estar más cercano al profesorado de ciencias porque parece conectar mejor con su práctica docente y por su potencial capacidad para motivar mejor al alumnado. Esta sección se cierra con un interesante capítulo sobre el papel que deben representar las relaciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias y la transformación de la imagen pública de las ciencias, que sus autores escriben como si fuera el epílogo de libro.

En suma, se trata de un texto cuya lectura es recomendable porque, además del esfuerzo realizado por darnos una visión general de las ideas del movimiento CTS para la enseñanza de las ciencias en un contexto cultural cercano, contribuye también a compensar el sesgo que ha venido marcando hasta hace muy poco a la

didáctica de las ciencias desarrollada en la Península Ibérica a favor del cómo enseñar frente al qué enseñar y, sobre todo, al para qué enseñar ciencias. Éste es un dilema educativo cuya solución no es nada trivial, que debe hacerse explícito con suficiente claridad porque las posiciones que se pueden tomar respecto al mismo están siempre cargadas de intenciones, intereses e ideología.

**Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos (1999): *Desafios Pedagógicos para o Século XXI. Suas raízes em forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social*, Lisboa, Livros Horizonte.**



O interesse pela temática CTS na Educação tem vindo, crescentemente, a ganhar adeptos, em particular nas últimas décadas, a ponto de se poder falar num “Movimento CTS”. Aliás, tal designação iniciou um conjunto de Seminários Ibéricos bianuais (Martins, 2000; Martins, Paixão e Vieira, 2004), a celebrar alternadamente em Portugal e Espanha e de que já se realizaram tres eventos. Igualmente, também a título de exemplo, a Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (Membriela, editor) é particularmente receptiva à temática CTS e nela Acevedo e Vázquez (2003) editaram uma secção específica. A par deste interesse crescente, a publicação de livros revela alguma

maturidade, em particular ao nível das comunidades de investigadores, e indicia a apropriação -ou tal possibilidade!- das temáticas pelos professores e pelos cidadãos em geral. Contudo, Portugal, sendo um país de menor dimensão que o conjunto dos países de língua castelhana e, na sentida ausência de maior intercâmbio com o Brasil, tem tido um campo de leitores e um volume de publicações consideravelmente baixo. O livro de Maria Eduarda Vaz Moniz dos Santos é um dos poucos, mas muito louvável, exemplos de livros em língua portuguesa -português europeu- sobre a temática CTS. Embora publicado em 1999, o livro tem a actualidade garantida pelo arrojado dos seus título e subtítulo que, em final do século XX, desafia o horizonte do século XXI e considera as raízes desse inevitável desafio pedagógico nas forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social. Nas primeiras palavras da autora: “O século que se avizinha anuncia profundas alterações na sociedade e na educação” (p. 10). De facto, os desafios da complexidade do nosso tempo exigem definição de novos saberes básicos e impõem reconceptualizações curriculares.

É logo no Capítulo I que a autora discute a co-construção do saber e da cidadania, pedra de toque para a pertinência do Movimento Educativo CTS. Diz ela: “trata-se de

construir uma 'sociedade de parceiros' que tem como exigências uma autêntica partilha de responsabilidades, a diversidade de pertenças e uma aprendizagem da 'leitura' dos acontecimentos científicos e sociais numa perspectiva ética" (p. 10). Não é este o desafio que se coloca à educação? Não é à educação -no seu mais lato sentido e, portanto, por força de identificação de funções sociais, particularmente, à escola- que se acomete a responsabilidade da formação para a cidadania? E a autora alerta para a indispensabilidade de "superar a situação actual de desatenção às relações da escola com o mundo em mudança [...] Mudar as matrizes tradicionais do ensino [...] para levar à participação activa do cidadão na vida da comunidade" (p. 12). Tais são os valores perseguidos pelo Movimento Educativo CTS.

Mas os obstáculos culturais à mudança são bastante comuns e colocam a escola na defensiva. Percebe-se bem, neste capítulo inicial, que a intenção do livro é a de fundamentar necessidades de novas orientações educativas a que o Movimento CTS pode dar respostas. Assenta na assunção de que "a educação para a cidadania recusa uma aceitação acrítica da autoridade da ciência e da tecnologia" (p. 13) e que "forças de mudança de natureza científica, tecnológica e social estão a influenciar significativas reconceptualizações referentes à forma de ensinar e de aprender que desafiam o advento do século XXI" (p. 14). É, assim, um convite a uma reflexão profunda e fundamentada. O capítulo I questiona, ainda, as perspectivas dominantes do ensino da "Ciência Pura" que a autora associa a aprendizagem em ciência e sobre ciência, e avança para uma perspectiva de educação pela ciência apontando para a potencialidade da dimensão formativa e cultural do currículo escolar.

O futuro constrói-se e a autora, como nós, acredita que essa construção, implica responsabilidades científicas, tecnológicas, sociais e éticas. Defende, afinal, "que o ensino das ciências contém virtualidades relevantes para a vida dos cidadãos. Importa, pois, fazer um esforço no sentido do aproveitamento dessas virtualidades. Um esforço para que a imagem escolar de ciência corresponda, cada vez menos, à imagem escolar canónica de uma disciplina neutral e objectiva, transmitida de geração em geração" (p. 22).

A perspectiva adoptada assenta no "repensar o ensino disciplinar" e "resultou da necessidade de responder adequadamente a mudanças no sistema social em geral" mas, igualmente, de "mudanças no interior da própria ciência e da própria tecnologia" que, em tradução curricular, representa uma mudança da concepção de "Ciência Pura" para a "Concepção CTS". Trata-se de um ensino com "validade cultural, para além da validade científica" (p. 25). Maria Eduarda Santos identifica, neste livro, o movimento CTS com "movimento de reforma curricular das ciências" (p. 25) de "elevadas expectativas sociais quanto à contribuição do ensino das Ciências para a formação geral dos alunos [...] Para que dê satisfação a necessidades sociais relacionadas com saberes científicos e tecnológicos" (p. 26). Esta perspectiva "privilegia abordagens de ensino menos internalistas e, conseqüentemente, mais voltadas para contextos do mundo real" (p. 28). A autora, ao chegar a este ponto, fecha o ciclo da sua reflexão sobre a estrutura da obra, apontando para a exigência de uma reflexão teórica sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade em si mesmas.

Depois do capítulo I, o livro passa a organizar-se em dois blocos temáticos, integrando, cada um deles, alguns capítulos. O bloco temático 1 refere-se a “Os Subsistemas do sistema CTS. Especificidades que os particularizam”, com dois capítulos. Analisa a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, tentando isolá-las sem perder de vista a sua interacção. Assim sendo, e bem alicerçados na apresentação inicial da obra, desfilam os capítulos - o capítulo II que se centra mais na Ciência e o capítulo III que é dedicado à Tecnologia e à Sociedade. No primeiro deles a autora centra-se na Epistemologia e, em particular, na tese bachelardiana que lhe é particularmente próxima. Passa da “natureza e o ‘ethos’ da ciência” para “valores, ideologias, mitos e estereótipos”. O capítulo III dirige-se à “Tecnologia e a Sociedade”, aspectos rejeitados pelo ensino da “Ciência pura”. Contudo, Ciência e Tecnologia são indissociáveis e “o que separa o conhecimento científico do conhecimento técnico já não é nada claro” (p. 94) e “as abordagens de ensino tipo CTS, pelas suas características e objectivos, são vistas como um possível ponto de encontro da ciência com a tecnologia” (p. 101). É neste bloco que se identificam diferentes facetas sociais passíveis de serem introduzidas na educação geral e que devem ser contempladas na educação CTS.

Já no bloco temático 2, “Jogos de interacção entre os subsistemas do sistema dinâmico CTS. Influências recíprocas”, que integra três capítulos, um deles (capítulo IV) liga dois a dois estes aspectos: Tecno-científico, Sócio-científico e Sócio-tecnológico. “É através desse diálogo (entre os sub-sistemas do sistema CTS) que cada parte, sem renunciar à sua especificidade, ao seu papel próprio, se redescobre no jogo complexo de relações que viabilizou a sua construção” (p. 138). A análise das interdependências, mostrou conexões epistemológicas e praxiológicas que apontam na direcção de um currículo de Ciência que integra Tecnologia e Sociedade (...) e permitiu “questionar interacções de tipo CTS nos currículos de ciências das quais destacamos as vias culturais” (p. 174).

O seguinte capítulo (V) integra, de novo, as componentes dinâmicas CTS e aproxima-se ainda mais da percepção educativa, no sentido de relevar as influências possíveis do movimento CTS no movimento de alfabetização científica e técnica. É “no quadro da centralidade ocupada pela ciência e pela tecnologia nas preocupações das sociedades contemporâneas [...] que a consciência individual e social começa a estar alertada para a existência de problemas sociais complexos” (p. 178). Identifica múltiplos cruzamentos com interesse educacional. Uma pedagogia de desafio é aquela que considera o conhecimento constituindo-se em “instrumento para compreender a acção e sobretudo para interagir com ela. Este saber é um saber orientado pelo contexto” (p. 209).

No último capítulo (VI) “Reflexões conclusivas. De alternativas CTS ‘não desejáveis’ a vectores de compromisso com um projecto CTS de ensino das ciências” as reflexões da autora referem pressupostos para alternativas CTS “não desejáveis” e também “expectativas para um ensino de ciências de tipo CTS” (p. 217-224). Este capítulo dirige-se, por fim, para a apresentação de implicações para o ensino CTS que tornam ainda mais consistente a reflexão empreendida ao longo da obra.

Maria Eduarda Santos reflectindo sobre o conteúdo do seu livro conclui: “partimos da ideia de que, dentro de certos limites, o cidadão deve assumir, conscientemente, a responsabilidade da orientação da sociedade. Ideia que é subvertida se a escola, subestimado o carácter ambivalente da ciência e da técnica, se limitar a facilitar o acesso aos conceitos científicos e às descobertas tecnológicas” (p. 249).

Remata a autora que, “de um modo ou de outro, a trilogia de ideias CTS tem tido uma importância crescente no ensino das ciências, sobretudo a nível básico. Na actual concepção do ensino das ciências não pode ser nem deve ser ignorado ou subestimado” (p. 249).

Consistente, profundo, interessante, amplo... É, de facto, um livro de desafios!

207

## **Bibliografía**

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A. (2003): “Las relaciones entre ciencia y tecnología en la enseñanza de las ciencias”, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), editorial. Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

MARTINS, I., [org.] (2000): “O Movimento CTS na Península Ibérica”, *I Seminário Ibérico sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino-aprendizagem das ciências experimentais*, Aveiro, Portugal, Universidade de Aveiro, 6-8 Julho.

MARTINS, I., PAIXÃO, F.; VIEIRA, R., [org.] (2004): “Perspectivas Ciência-Tecnologia- Sociedade na Inovação da Educação em Ciência”, *III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências*, Aveiro, Portugal, Universidade de Aveiro, 28-30 Junho.

*Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Disponible en: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.



FORO 



## Democracia deliberativa y desarrollo biotecnológico

**Asunción Herrera Guevara**  (aherrera@uniovi.es)  
Departamento de Filosofía  
Universidad de Oviedo, España

### La era de las biotecnologías

A la altura de los tiempos y ante los derroteros que ha seguido la actual investigación científico-técnica, no cabe discusión alguna sobre si vivimos o no en la era de las biotecnologías. Lo que años atrás anunciaban autores como J. Rifkin (1999), T. Wilkie (1993) o T.F. Lee (1994) -que habitamos en la época de la biotecnología y de la economía biotecnológica- es una creencia reforzada por las líneas de investigación en curso, por los índices más cotizados de la bolsa (NASDAQ), por las noticias de prensa más sensacionalistas, y por los deseos de una sociedad civil que encuentra en la aplicación médica de las biotecnologías la panacea curativa.

La biotecnología -en un sentido amplio- se puede definir como una disciplina capaz de combinar aspectos biológicos y tecnológicos con miras a conseguir bienes y servicios. Precizando la generalidad, cabe resaltar el carácter interdisciplinar de la actual biotecnología:<sup>1</sup> la biología molecular, la microbiología, la bioquímica, la genética, la química, la ingeniería mecánica, la informática e incluso la electrónica son conocimientos implicados en el desarrollo biotecnológico. Entre las disciplinas señaladas quisiera mostrar una intencionada carencia: la ética. Su ausencia nos ubica en una discusión: cuando hablamos de biotecnología -al igual que de cualquier otra disciplina científico-técnica- debemos precisar, al menos, en qué paradigma nos ubicamos; y, por lo tanto, de qué tipo de ciencia hablamos.

<sup>1</sup> Sin fundamentos científicos podríamos encontrar procesos biotecnológicos en épocas premodernas: la fabricación del queso, cultivo de champiñones, alimentos fermentados etcétera.

Mi propuesta será en todo momento situarme dentro de un paradigma sistémico e integrador que no puede olvidar la ética. Adorno (1998) -al radicalizar la teoría lukacsiana de la cosificación- insistía en mantener que todo proceso de cosificación es un olvidar.<sup>2</sup> Racionalización y cosificación, para el filósofo frankfurtiano, van de la mano desde el momento en que el programa científico-técnico dominador de la naturaleza (racionalización) ha extendido sus garras a la vida social y política. Desde una ética materialista, el sufrimiento es lo olvidado en un proceso que lleva como sello la cosificación. Desde la perspectiva que defiende, un conocimiento biotecnológico que olvide la ética (o la utilice como un postizo, como lavado de conciencia de todo proyecto) no es más que una continuación de la tan denostada racionalización de los primeros frankfurtianos.

La denominada democracia liberal ha sido -en numerosas ocasiones- una fiel aliada de la racionalización, más aún, cabría entender la globalización neoliberal como el proceso que la continúa. Si esto es así, del neoliberalismo y de la globalización sólo cabe esperar un desarrollo biotecnológico cosificante adornado con la ética pero incapaz de evitar el sufrimiento. ¿Es dicha imagen -pesimista-verdadera? ¿La humanidad tiene aún otras posibilidades? ¿Puede plantearse otro concepto de democracia y de lo global capaz de generar una biotecnología sensible a los sufrimientos que ella misma provoca? Veamos el caso.

### **Democracia liberal y globalización**

212

En teoría política hemos de aceptar, cuando menos, nuestra doble condición: nacimos tan liberales como republicanos. El liberalismo de Locke es tan idiosincrásico a nuestro sentir occidental como el republicanismo rousseauiano. La Moderna Europa siempre ha mantenido una política tentacular operativa donde se entrecruzan derechos constitucionales y soberanía popular, respectivamente. Ambos apéndices políticos son el sustento de la legitimidad de nuestras leyes. Casi nadie discutiría que unas leyes irrespetuosas con los derechos humanos o con la formación democrática de la voluntad carecen de legitimidad. Ahora bien, el casi nadie nos pone sobre aviso: la política occidental no ha sabido vivir en la tensión impuesta por las dos grandes líneas de pensamiento político. Lo más cómodo consistió en aliarse con uno de los tentáculos -el liberal o el republicano- y considerar limitante al rechazado. De este modo se configuró una perversa y unilateral manera de hacer política, insensible a la doble condición del momento originario del estado moderno.

Desde este castrador presupuesto, cuando se habla de democracia liberal se acentúa el "imperio de la ley", la "libertad de los modernos", la representación política y, sobremanera, el respeto a los derechos fundamentales o derechos subjetivos

<sup>2</sup> Recuérdese el texto de Adorno en *Dialéctica negativa* en donde nos habla de cuál debe ser el fin constitutivo de la sociedad: "el telos de esta nueva organización (sociedad) sería la negación del sufrimiento físico hasta en el último de sus miembros, así como de sus formas interiores de reflexión. Tal es el interés de todos, sólo realizable paulatinamente en una solidaridad transparente para sí misma y para todo lo que tiene vida", Adorno, *Dialéctica negativa*, Madrid, Taurus, 3ª reimp., 1990, p. 204. El paréntesis es mío.

modernos.<sup>3</sup> Lo que de positivo pueda tener este planteamiento, en numerosas ocasiones, ha sido ensombrecido por la alianza liberal con un fuerte economicismo. Los ciudadanos modernos -acomodaticios, escépticos y apáticos- no desean ejercer su escasa vocación cívica; al delegar las decisiones políticas y el ejercicio de la virtud cívica en manos de profesionales es comprensible que surjan modelos democráticos como los de Joseph Schumpeter (1971) y Anthony Downs (1957) por citar dos casos típicos. En su visión elitista de la democracia, Schumpeter ve a los políticos como profesionales capacitados para tomar decisiones. Su esquema oligárquico permite el dominio de la ciudadanía por un grupo reducido de políticos. Joseph Schumpeter alcanza su teoría democrática al criticar la visión clásica del *demos*: no hay nada así como el bien común, ni algo tan volátil como la voluntad general. Downs sigue la estela schumpeteriana al reivindicar el funcionamiento mercantilista de la política. Los políticos son meros productores de bienes, quienes compiten entre sí para alcanzar la confianza (votos) de los ciudadanos. Estos no son más que "consumidores con capacidad de voto", dedicados a negociar con los políticos con el fin de alcanzar un equilibrio óptimo.

¿Qué papel juegan los ciudadanos ante los desafíos biotecnológicos en una democracia sustentadora de tales supuestos? No dejan de ser, bajo el indiscutible derecho al voto, los que eligen a sus representantes; ahora bien, ni que decir tiene que nos encontraríamos ante una democracia representativa y negociadora sustentada por una ciudadanía que compra determinados servicios, pero que no se detiene a discutir la virtud cívica de tales prestaciones; tan sólo exige satisfacer sus preferencias.<sup>4</sup> Los políticos más virtuosos (habilitados) satisfarán el mayor número de inclinaciones; con lo que a nuestra ya denostada democracia representativa y negociadora le uniremos la virtud de agregar preferencias: democracia representativa, negociadora y agregativa, he aquí los calificativos que acompañan a nuestro sistema político.

213

La finitud del ser humano no es tan sólo una preocupación con tintes metafísicos: no hay nada tan desafiante para el hombre como el reconocimiento de su debilidad somática. El sueño de los hombres -que han visto en los últimos cien años dispararse su esperanza de vida- sigue siendo la disminución, cura y prevención de las enfermedades que nos hacen más vulnerables. Una medicina clínica que atienda

<sup>3</sup> La expresión el "imperio de la ley" (*rule of law*) encuentra referente histórico en la idea de los derechos humanos. Al hablar de "libertad de los modernos" me refiero a la distinción formulada por Benjamin Constant entre libertad de los antiguos y libertad de los modernos en una conferencia pronunciada en 1819. La libertad de los antiguos consistía en el ejercicio compartido y directo de la soberanía, es decir, en la participación activa de los ciudadanos en el poder colectivo. Por el contrario, la libertad de los modernos carga sus tintas en el ámbito privado, en el disfrute de las libertades civiles, de los derechos subjetivos. Ante esta preferencia, los ciudadanos modernos se desocupan de las cuestiones públicas y hacen hincapié en el fortalecimiento de los sistemas políticos de representación.

<sup>4</sup> Sobre los modelos de democracia en relación con la disposición cívica véase Félix Ovejero Lucas "Modelos de democracia y economía de la virtud" en Retos pendientes en ética y política, Suplemento 5 (2000) de Contrastes. *Revista Interdisciplinaria de Filosofía*, PP. 79-94. El autor del artículo revisa la tesis de la bondad del modelo representativo/deliberativo de democracia; al mismo tiempo que defiende la posibilidad de desarrollar la virtud cívica bajo el modelo deliberativo/ participativo. La defensa del modelo DPLe conducirá a discutir el supuesto de que "la virtud sea un stock, una cantidad dada y agotable".

nuestras necesidades en aras de una mayor calidad de vida se ha convertido en deseo prioritario para gran parte de la ciudadanía. Los profesionales de la política han sabido detectar estas necesidades y transformar la financiación biotecnológica en la panacea que permitirá alcanzar una vida de calidad. Si la ciencia y la técnica lo permiten se hará, auguran los profetas de un mundo feliz. Ninguna razón es buena para frenar la curiosidad y el afán dominador de límites que obsesiona al hombre. Sentencias e ideas tan estereotipadas se siguen escuchando entre políticos y ciudadanos. Veamos dos cuestiones olvidadas tras estas pomposas afirmaciones.

1. No todo límite es una enfermedad ni debe ser tratado, por lo tanto, como tal. El medir un metro y sesenta centímetros nos limita (seguramente no vayamos a ser jugadores profesionales de baloncesto), pero no por ello estaríamos dispuestos a tachar de enfermos a todos los varones blancos que no sobrepasen tal medida. Lo que quiero poner sobre la mesa con este nimio ejemplo, es la necesidad de reflexionar sobre conceptos tan importantes como el de enfermedad. En una sociedad como la nuestra tan preocupada por la salud, equivocarnos o acelerarnos a la hora de hablar de enfermedades trae consigo consecuencias en absoluto desdeñables. Pondré un ejemplo cercano. Hoy en día nadie se atrevería a discutir la necesidad de invertir y apoyar las tecnologías reproductivas. Una de las razones para no discutirlo es la asunción implícita de que la esterilidad es una enfermedad y que, por lo tanto, necesita ser curada. ¿No debería ser revisada esta tipificación? ¿No llegará un momento en que el límite más innegociable, la muerte, sea tratado como una enfermedad? ¿no llegará a demandarse la curación de la muerte? ¿no es una demanda de este tipo la obsesión de alcanzar biotecnológicamente “repuestos” de todo nuestro cuerpo?

214

2. La globalización es descrita (según la definición del FMI) como “la interdependencia económica creciente del conjunto de los países del mundo, provocada por el aumento del volumen y la variedad de las transacciones transfronterizas de bienes y servicios, así como de los flujos internacionales de capitales, al tiempo que la difusión acelerada y generalizada de la tecnología”: así de falaz es su promesa. El carácter economicista de esta definición de la globalización hace que el avance biotecnológico ligado a la medicina clínica se globalice. Esto sería lo moralmente deseable, pero no es lo políticamente deseable, cuando lo político es definido con caracteres economicistas. ¿No estamos más bien asistiendo a una globalización partidista, neoliberal, dependiente de los mercados e independiente de las personas? ¿No estamos asistiendo a una globalización que olvida el sufrimiento que ella misma provoca al asumir el lema mandevilleano “vicios privados, beneficios públicos”? Satisfagamos nuestras preferencias (curemos la obesidad, el colesterol, el estrés, etc.) y por ende (o por la “mano invisible” de A. Smith) se satisfarán las preferencias de los demás. ¿Hay algo más cínico que esta creencia asumida siempre por los más independientes, económicamente hablando?

Estos serían dos de los olvidos que nuestro actual tipo de democracia y globalismo traen consigo. En definitiva, el liberalismo económico -en su versión desgarradora- arrincona, sobremanera, lo que es el verdadero sufrimiento y obvia lo prioritario al hablar de curación o mejora de vida en la medicina. Ahora bien, como dijo un

personaje de Cervantes en Los trabajos de Persiles y Sigismunda sólo se puede recordar aquello que una vez fue fijado en la memoria y posteriormente olvidado. Es tiempo para el recuerdo (una vez tuvimos el afán de la deliberación).

### **Democracia deliberativa y globalidad**

La deliberación política se remonta al ágora. Es tan vieja como el inicio de la Idea. El liberalismo y la representación parece que la arrinconaron, ¿es el momento de recuperarla? ¿Sería deseable moral y políticamente hablando su recuperación, ante problemas como los suscitados por el avance biotecnológico? Antes de responder a estas preguntas, me permitiré una pequeña caracterización del modelo democrático que propongo.

El santo y seña del modelo deliberativo enlaza con la libertad de los antiguos, la soberanía popular como formación democrática de la voluntad y la posibilidad de transformar las preferencias. El ejercicio compartido y directo de la soberanía, junto con la participación activa de los ciudadanos en el poder político, exigen deliberación. No se trata de deliberar sobre todo y durante todo el tiempo: esta imagen neoliberal de la deliberación tan sólo pretende ridiculizarla. Lo que desde la imagen neoliberal se niega es nuestra condición bifronte: por un lado, somos individuos diferenciados; por otro, conciudadanos igualados (igualados en deberes y derechos, no estandarizados) capaces de consensuar -deliberativamente- decisiones. Dicha condición de conciudadanía nos acredita para debatir nuestras preferencias individuales, bajo el supuesto de que toda preferencia puede llegar a ser transformada una vez presentados argumentos convincentes.

215

Negar la deliberación supone cerrar la puerta a la participación de los ciudadanos en los debates y, en el mejor de los casos, supone la prolífera creación de comités de expertos. Actualmente esto es lo que ocurre en el tema de las biotecnologías: el político (productor y vendedor de bienes) se percató del bien máspreciado para el ciudadano, la salud; consecuentemente le vende salud al mejor precio: “usted sólo tiene que votarme, lo demás lo decidiremos los expertos”. Y evidentemente que los expertos ya han decidido: salud y desarrollo biotecnológico van unidos de la mano.

Se puede argumentar que los políticos, como representantes de los ciudadanos, son los encargados de la deliberación; ahora bien, esta deliberación es cuando menos repudiable por convertir a los ciudadanos en sus menospreciados. Estos no sólo carecen del tiempo que deliberar precisa, además, no poseen disposición cívica para ello, y para colmo, dicho odio liberal los hace gozar de tal grado de ignorancia, que no los necesitamos para participar de los problemas suscitados por las biotecnologías. ¿Un ciudadano tan estúpido, en cambio, sí tiene sagacidad suficiente para elegir a sus mejores representantes políticos?<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Véase al respecto el artículo de F. Ovejero citado anteriormente.

Es cierto que la deliberación puede producir resultados perversos. Susan C. Stokes (2001) tras definir la deliberación como el cambio endógeno de preferencias que resulta de la comunicación pública, nos muestra que tal debate público puede inducir a la gente a adoptar creencias causales engañosas y favorecedoras de los intereses partidistas del emisor del mensaje.<sup>6</sup> Ante el uso perverso de la comunicación sólo caben dos respuestas.

En primer lugar, el hecho de que la deliberación pueda acarrear resultados perversos es una aporía de la deliberación de la misma naturaleza que la aporía del principio de mayorías (el resultado legitimado por la mayoría de votantes no garantiza la bondad del resultado). Por lo tanto, de igual modo que no estaríamos dispuestos a renunciar al principio de mayorías -a pesar de su aporía- tampoco tenemos que renunciar a la deliberación por sus posibles efectos perversos. Lo único que podemos hacer es encontrar mecanismos que eviten (o disminuyan lo más posible) tales patologías deliberativas. En segundo lugar, estas mismas perturbaciones de las que se habla al criticar el modelo deliberativo no dejan de darse en las democracias representativas -o en las tiranías donde no sólo se considera justo que “el más sabio” decida, sino que su misma elección puede estar errada. En conclusión, las perturbaciones en sí mismas no invalidan la corrección normativa del momento deliberativo.

216

El reconocimiento de la importancia del momento deliberativo no trae consigo el declive del “imperio de la ley”. Me explico. Si -como presupongo- el imperio de la ley y la deliberación son dos elementos claves del estado moderno, deben convivir aunque sea en tensión. A esta convivencia tensional la llamaré deliberación requisitoria: al paradigma centrado en la deliberación se le añade un requisito: el respeto a los derechos subjetivos modernos (o a las diferentes generaciones de derechos humanos).

Al añadir este requisito se asume lo que considero el aspecto liberador del globalismo: la globalidad. Llamo globalidad a la tarea ética inexcusable de expansión de los derechos humanos.

Un modelo político de tales características fomenta la participación ciudadana en las discusiones sobre biotecnologías. Nadie nos garantiza la bondad del resultado alcanzado, de igual modo, que el principio de mayorías tampoco lo hace; a pesar de ello, renunciar a la regla de mayorías o a una mayor deliberación resulta antidemocrático o, por lo menos, violenta uno de los pilares originarios de nuestra democracia.

<sup>6</sup> Como ejemplo de la argumentación que sigue la autora, citaré una de las secuencias patológicas estudiadas. En un primer momento, el gobierno propone una política A, la oposición y los ciudadanos se muestran de acuerdo. En un segundo momento, los grupos de presión -grandes multinacionales, la Iglesia etc.- intervienen. La prensa informa sobre la oposición pública a A. En un tercer momento, la oposición cree a la prensa y objeta la política A. Por último, los ciudadanos se oponen a la política A y, consecuentemente, la política A cae.

Por último me gustaría esbozar argumentos que deberían ser debatidos por la ciudadanía ante el avance biotecnológico.

### **Deliberación biotecnológica**

Los argumentos que expondré a continuación son, sobremanera, de carácter general; ahora bien, al meditar sobre ellos desearía que se pusieran en relación con uno de los temas más debatidos de los últimos años: la clonación. El significado que alcanza tal concepto varía según los diferentes contextos de la biología. De este modo, cabría diferenciar lo que es clonar para la ingeniería genética (aislar y multiplicar en tubo de ensayo determinado gen o trozo de ADN) del experimento llevado a cabo por I. Wilmut y sus colaboradores. La revista *Nature* hizo público el 27 de febrero de 1997 el informe Wilmut: se contó al mundo la posibilidad de clonar por transferencia nuclear en mamíferos, al utilizar células adultas como fuente de núcleos. La oveja Dolly pasó a ser la estrella de una técnica revolucionaria que podía hacer real los más sofisticados y perversos sueños desde la creación de Frankenstein.

La palabra clon, en un sentido amplio, hace referencia a una copia genética exacta de una molécula, célula, planta, animal o ser humano. En el momento presente, las dos líneas más discutidas son las llamadas clonación terapéutica y clonación reproductiva. Con estos nombres se designan diferentes tecnologías que permiten clonar células o individuos con diferentes aplicaciones y fines médicos. Si, evidentemente, las más enconadas y fantásticas discusiones se vinculan a la clonación como técnica de reproducción,<sup>7</sup> no es menos cierto, el debate que suscita una clonación terapéutica que trabaja en la mayor parte de los casos con células madres de embriones inviables.<sup>8</sup> Los argumentos religiosos, científicos y ligados a los derechos civiles se unen en las bandas de los defensores y los detractores de las nuevas tecnologías.

217

La ciudadanía española debería estar bien informada sobre lo que acontece. La ministra de Sanidad ha declarado recientemente la disposición del gobierno a legalizar la clonación terapéutica. El requisito que ha impuesto la ministra es bastante decepcionante: “la ministra insistió en que el Ministerio está dispuesto a legalizar estos experimentos en España si los especialistas en bioética lo aprueban. Ellos son los que deberían dar el visto bueno a una técnica que el gobierno no piensa

<sup>7</sup> Véase al respecto la literatura sobre el nuevo movimiento americano de eugenesia liberal liderado por Randolfe Wicker (Presidente del Frente Unido de New York por los derechos de clonación). La mayoría de los activistas defensores de la clonación argumentan desde la defensa del derecho a la libertad reproductiva. Según muchos de estos autores, la clonación humana podría ser el único medio para que determinados individuos procreasen conservando un vínculo biológico con el hijo.

<sup>8</sup> Al respecto de este tema, el 19 de mayo de 2005 se han dado a conocer las investigaciones de un grupo de científicos surcoreanos -precisamente los que clonaron el primer embrión humano- que han conseguido once líneas de células madre a partir de nueve pacientes.

obstaculizar".<sup>9</sup> Volvemos a oír hablar de expertos y especialistas, ¿dónde queda la ciudadanía?... radiografiada en unas encuestas. ¿Dónde queda la verdadera deliberación ciudadana?

Ante este panorama sólo me gustaría establecer ciertos puntos sobre los que una ciudadanía cercana a lo que he denominado deliberación requisitoria, hace ya tiempo, debería haber reflexionado:

- Una sociedad deliberativa laica sólo puede aceptar como límite de sus elecciones científico-tecnológicas, morales, políticas o sociales los derechos humanos. No puede apelar a una cosmovisión religiosa, so pena de apuntarse a una confesionalidad concreta. Esto no quiere decir que, en los debates públicos, los ciudadanos puedan actuar motivados como si portaran un velo de ignorancia que les hace olvidar sus creencias. Esto sería imposible y desaconsejable. Ahora bien, sí pueden actuar motivados por el precompromiso máximo posible hacia lo justo (el bien para todos) y la imparcialidad, refrendados en los derechos humanos.
- Centrar las discusiones en relación al enfrentamiento entre lo natural y lo nutricio es tan desafortunado como partidista. La condición humana es tan plural y compleja que no existe una esencia de lo natural. El límite entre lo que es natural y lo que no lo es lo fijamos convencionalmente. Podríamos afirmar que nuestra complejidad sistémica y social ha permitido la transformación del instinto natural en otra cosa más sofisticada llamada deseo deliberativo. A una conclusión opuesta -extraída de la creencia en la que se afirma que "todo es natural"- llegarían los estudios de psicología evolucionaria de Matt Ridley (1996) sobre la historia natural de la virtud.<sup>10</sup> Ante la demagogia y el partidismo de lo natural frente a lo cultural (nutricio), repito, es necesario una constelación (yuxtaposición) de ambos conceptos con la presuposición que tengo -siempre en mientes- de que los límites de ambas esferas los fijamos nosotros. Y será la ciudadanía la que deberá establecer el valor que ha de darse a cada espacio, y dónde quedan las fronteras de cada ámbito. De ahí que las afirmaciones de líderes políticos o religiosos, que recomiendan la prohibición de determinadas biotecnologías con el argumento de lo antinatural, no sean afortunadas. Nuestro desarrollo científico-tecnológico también puede tener "valor de supervivencia".
- Las decisiones que se han de tomar ante los retos biotecnológicos son tan científicas como políticas. De ahí que la pretensión de numerosos políticos de zanjar estas discusiones a través de comités de expertos, claramente menoscaba los derechos y deberes políticos de la ciudadanía.

218

<sup>9</sup> Recogido de El país, Sociedad, sábado 21 de mayo de 2005, p. 26.

<sup>10</sup> Ridley intentará mostrar como todo lo relacionado con la moralidad (tanto lo moralmente atractivo como lo despreciable) tiene "valor de supervivencia", es decir, sería producto de los mismos procesos de evolución por selección natural. Él mismo define su manera de entender los instintos humanos como "gene-tilitarista".

- La ciudadanía deliberativa debe decidir qué es lo prioritario desde el punto de vista ético-político. Es una tarea ardua y difícil decidir en qué consiste lo prioritario: o es la colonización del Universo, o la erradicación del hambre en el mundo, por poner un ejemplo sobre la diferencia de miras. Una vez decidido hemos de elegir qué tipo de investigación científico-técnica se acomoda a lo priorizado. ¿La actual biotecnología está al servicio de la hambrienta humanidad (y, por lo tanto, abarata sus productos para beneficiar a los menos favorecidos) o, por el contrario, al servicio de las grandes empresas farmacéuticas que a través de la bioprospección y las patentes han generado y agrandado las injusticias y desigualdades?

- La biotecnología muestra una doble cara: por un lado, se presenta como una ciencia o conjunto de tecnologías relacionadas con la biología; por otro, es una ideología que responde a unos intereses tardocapitalistas concretos. Olvidar esta segunda faz supone aceptar un positivismo-cientificista ingenuo, o un no menos ingenuo materialismo decimonónico que aún confiaba en el carácter estructural de la ciencia como factor emancipador del género humano. La tendencia liberal a despolitizar determinados ámbitos de la sociedad civil (por ejemplo, las relaciones entre trabajador y empresario) es tan falaz como sutilmente dominadora. Desde una concepción deliberativa es difícil percibir una ciencia y una tecnología despolitizada. Si esta visión es certera, no se pueden obviar las relaciones de poder que se establecen. Hemos de reflexionar sobre las nuevas formas de dominación que suponen los actuales avances biotecnológicos.<sup>11</sup>

- La libertad republicana entendida como no dominación lucha por la eliminación del sufrimiento: al sentirnos dominados y dependientes, sufrimos. Desde un paradigma bioético, la dominación no se limita a nuestra naturaleza interna o a los demás “yoes”, se extiende al resto de la naturaleza. De tal modo que se convierte en ideal político la erradicación del sufrimiento en los animales no humanos. ¿Acaso los actuales proyectos biotecnológicos, como por ejemplo, los experimentos “quiméricos” en los que se mezclaría el material genético de animales y seres humanos, tienden hacia dicho ideal ético-político?<sup>12</sup>

219

- La decisión de no seguir una determinada línea de investigación biomédica no tiene por qué ser retrógrada, conservadora o anticientífica. Para apoyar esta afirmación haré referencia al tema del pre-compromiso estudiado por J. Elster en *Ulises desatado*.<sup>13</sup> Según Elster, los individuos pueden desear protegerse de sus propias

<sup>11</sup> Véase al respecto el artículo de Andrea Dworkin “Sasha” en *Clones y clones*, M. C. Nussbaum y C. R. Sunstein (eds.), Madrid, Cátedra, 2000, PP. 79-82. La autora reflexiona sobre las nuevas formas de dominación femenina que supone la clonación reproductiva.

<sup>12</sup> El 21 de marzo de 2005 se publicó en la prensa española (La Razón) que los diputados británicos reclamaban que se implantasen embriones humanos en animales. Igualmente, se dio a conocer cómo el biólogo molecular Irving Weissman, de la Universidad de Stanford, en California, había inyectado células de cerebro humano en fetos de ratones, con lo que creó un nuevo tipo de roedor que es un uno por ciento humano. “Su objetivo, según The Observer, es producir ratones con cerebros que serían cien por cien humanos, al menos desde el punto de vista del material genético”.

<sup>13</sup> J. Elster, *Ulises desatado*, Barcelona, Gedisa, 2002.

pasiones, de cambios de preferencias y de la inconsistencia temporal. Para alcanzar tal protección -lo que supondría desear mantener una racionalidad a lo largo del tiempo- es por lo que los individuos estudian mecanismos de pre-compromiso: “en el momento t1, un individuo desea hacer A en el momento t2, pero anticipa que cuando llegue t2, puede hacer, o hará, B, a menos que esté impedido de hacerlo. En situaciones como ésta, el comportamiento racional en el momento t1, puede conllevar medidas precautorias para evitar elegir B en el momento t2 o, al menos, hacer esta elección más improbable”.<sup>14</sup> Cuando decimos “no” a una línea de investigación biomédica podemos querer protegernos sobre determinados cambios que pueden sufrir nuestras preferencias: una vez abierta una investigación sabemos lo difícil que es poner reparos o límites a su desarrollo. En este sentido, posicionamientos rechazados en un primer momento -por ejemplo, la clonación reproductiva- sabemos que no los rechazaríamos una vez permitido el inicio de las investigaciones. Por lo tanto, es preciso reflexionar y deliberar sobre si tenemos buenas razones para el pre-compromiso frente a los avances biotecnológicos. La historia de la ciencia nos ha dado claros ejemplos de la necesidad del susodicho pre-compromiso.

En definitiva, todo lo apuntado hasta ahora no es más que ciertos esbozos sobre los que la ciudadanía tiene que deliberar y pronunciarse. No hay nada más peligroso para la democracia que olvidarse -a la hora de tratar cuestiones tan centrales como las relacionadas con la bioética- de uno de sus momentos fundacionales y originarios: la soberanía popular. Es tiempo para recordarlo.

<sup>14</sup> Ibid., p. 20. Para el tema del precompromiso en relación con los avances científico-técnicos, Elster cita el libro de R. Shattuck *Forbidden Knowledge (Conocimiento prohibido)*, Madrid, Suma de Letras, 2001). Veamos un ejemplo de límites a dicho avance expuesto por Elster: “hace unos años, algunas voces del Gobierno noruego se opusieron a las prospecciones petrolíferas más allá de los 62º de latitud norte. A aquellos que alegaban que las exploraciones no entrañaban ningún perjuicio y que podría resultar de utilidad saber si había yacimientos petrolíferos en la región, los críticos replicaron afirmando que el hallazgo de petróleo podría suponer una presión irresistible sobre los políticos para que se iniciara de inmediato su explotación. Los críticos perdieron, pero se demostró que tenían razón” (Ibid., p. 18).

## Bibliografía

ADORNO, T.W.; HORKHEIMER, M. (1998): *Dialéctica de la Ilustración*, Madrid, Trotta.

DOWNS, A. (1957): *An Economic Theory of Democracy*, New York, Harper & Row.

LEE, T.F. (1994): *El proyecto Genoma Humano*, Barcelona, Gedisa.

RIDLEY, M. (1996): *The Origins of Virtue. Towards a Natural History of Virtue*, Harmondsworth: Penguin.

RIFKIN, J. (1999): *El siglo de la biotecnología*, Barcelona, Crítica.

SCHUMPETER, J. (1971): *Capitalismo, socialismo y democracia*, Madrid, Aguilar.

STOKES, S.C. (2001): "Patologías de la deliberación" en *La democracia deliberativa*, J. Elster (comp.), Barcelona, Gedisa, pp. 161-181.

SUZUKI; KNUDTSON (1991): *Gen-Ética*, Madrid, Tecnos.

WILKIE, T. (1993): *El conocimiento peligroso*, Madrid, Debate.



## Conferencia Internacional Cultura Científica y Cultura empresarial ante las Metas del Milenio

A mediados del mes de septiembre de 2005, la ciudad de Salamanca fue sede de la XV Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno. En este contexto, entre los días 28 y 30 de septiembre de 2005, en la misma ciudad se realizó la conferencia internacional "Cultura Científica y Cultura empresarial ante las Metas del Milenio" (<http://metasdelmilenio.usal.es/index.php>), organizada por el Instituto de Estudios Universitarios de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Salamanca, la propia Universidad, y la Fundación Nido, con el patrocinio del Ministerio de Educación y Ciencia (España), el Banco Santander, el grupo MRS, Telefónica y Globalia.

Durante aquella reunión, un conjunto de expertos gubernamentales, académicos y empresariales involucrados en la cooperación entre Europa e Iberoamérica analizaron de qué forma una cultura de la innovación puede contribuir a impulsar el programa de lucha contra la pobreza y promover el desarrollo, aspectos fundamentales de las Metas del Milenio que planteó la Asamblea General de Naciones Unidas en el año 2000.

El programa de trabajo se centró en cuatro ejes: 1. "La ciencia y la empresa contra la pobreza: El binomio Universidad / Empresa y los mecanismos de desarrollo económico"; 2. "Las empresas y la cooperación al desarrollo sostenible: experiencias y propuestas"; 3. La gestión del conocimiento en los nuevos espacios urbanos: comunidades locales, ciudades del conocimiento y desarrollo social"; 4. "La responsabilidad de los medios: por una nueva cultura científica y socialmente comprometida".

223

A continuación se reproduce la Declaración final del evento.

### Declaración final

Celebrada en Salamanca, los días 28, 29 y 30 de septiembre de 2005, la conferencia internacional Cultura Científica y Cultura Empresarial ante las Metas del Milenio, bajo los auspicios del Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Salamanca y la Fundación Nido, y con el patrocinio de varias entidades públicas y privadas,\* los organizadores y participantes en la Conferencia consideramos que la Declaración del Milenio (ONU, 2000) representa un importante hito en la historia de

\* Grupo Mariano Rodríguez, Banco de Santander, Fundación Telefónica, Grupo Globalia, Ministerio de Educación y Ciencia de España, Universidad de Salamanca.

la humanidad, pues en ella se produce, por primera vez, un acuerdo de todos los gobiernos del mundo para conseguir, en plazos definidos, los Objetivos de Desarrollo del Milenio con un conjunto de metas concretas a alcanzar antes de 2015:

- Reducir la pobreza, el hambre y las enfermedades
- Generalizar la escolarización
- Potenciar a las mujeres
- Organizar una eficaz colaboración internacional para el desarrollo.

A través de las contribuciones y debates de la conferencia hemos podido constatar que, para conseguir estos Objetivos de Desarrollo del Milenio, es imprescindible la contribución de la ciencia y de la innovación tecnológica mediante la colaboración activa de las instituciones científicas, las empresas el resto de la sociedad civil.

Por eso hacemos un llamamiento:

1) A los gobiernos para que potencien y ayuden a crear y difundir en el ámbito Iberoamericano una cultura científica y empresarial socialmente comprometida con los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

2) A la comunidad científica internacional y en especial a las entidades académicas, científicas y empresariales que actúan en el ámbito iberoamericano, para que introduzcan en sus criterios de evaluación y planificación de actividades de I+D y en sus programas de innovación, criterios de compromiso social con los objetivos de desarrollo del Milenio.

3) A las instituciones académicas, a las empresas y a los gobiernos para que apoyen la creación de infraestructuras y de redes de colaboración que faciliten la creación científica en los países menos desarrollados y que potencien la visibilidad social de la ciencia y la tecnología que en ellos se hace y su acceso a la información científica y tecnológica disponible en todo el mundo.

4) A los científicos y a los empresarios para que colaboren activamente en el desarrollo de la sociedad del conocimiento, y en la superación de las desigualdades y brechas tecnológicas que se están produciendo y ampliando, entre los países más desarrollados y los países en desarrollo.

5) A los medios de comunicación y a los profesionales que trabajan en ellos para que difundan activamente una cultura científica y empresarial socialmente comprometida, proporcionando información libre, veraz, precisa y rigurosa sobre las contribuciones actuales y potenciales de la ciencia, la tecnología y la innovación a los objetivos de desarrollo del Milenio

Finalmente queremos agradecer la generosa acogida de la ciudad de Salamanca, sede de la XV Cumbre Iberoamericana, y hacemos votos por que se consolide su prestigio como Ciudad Iberoamericana del Conocimiento, de la Innovación y del Compromiso Social con los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

## **Primer Encuentro Iberoamericano de Editores Científicos: “Nuevos paradigmas en la edición científica”**

El 6 y 7 de octubre pasado se llevó a cabo en el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina, organizado por el Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT), el Primer Encuentro Iberoamericano de Editores Científicos (<http://www.caicyt.gov.ar/eidec2005/>), con el auspicio local de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y también de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

La reunión, a la cual asistieron alrededor de 150 personas, provenientes de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, España, Francia, Estados Unidos y México, tuvo como eje central analizar los desafíos que la transición hacia las ediciones virtuales plantea a las revistas científicas, en particular a las publicaciones de nuestra región. En este sentido se debatió acerca de la influencia de esta modalidad para publicaciones escritas en español y portugués, actualmente sub-representadas en los índices y bancos de datos internacionales producidos en los países desarrollados. También acerca de la repercusión que tienen los autores que escriben en ellas y las consecuencias en su evaluación por parte de los organismos de ciencia y tecnología de los respectivos países que deben valorar la producción científica y académica.

Como resultados de las jornadas, los participantes elaboraron un documento de Conclusiones y recomendaciones que, habida cuenta de su evidente importancia y actualidad, la revista reproduce a continuación en su espacio de Foro CTS.

225

### **Conclusiones y recomendaciones**

**Buenos Aires, 7 de octubre de 2005**

Los participantes del aprobaron las siguientes conclusiones y recomendaciones.

#### **CONCLUSIONES**

##### **1. La importancia de las publicaciones científicas**

El conocimiento es una poderosa herramienta que no debe ser propiedad de un grupo cerrado, por el contrario, su difusión debe propender a la apropiación de ese conocimiento por los ciudadanos. Son las revistas científicas los órganos reconocidos y más aceptados por los investigadores para la difusión rápida y confiable de los resultados de la investigación.



Fundamentalmente, escribir un artículo en una publicación científica aumenta el renombre de su autor, avala su actividad y posibilita la existencia de sistemas de comunicación científica que a través de los mecanismos establecidos proponen, disienten, plantean cambios y refutan las interpretaciones teóricas, construyendo el conocimiento científico, para contribuir al progreso de la sociedad. Sin embargo, es el editor científico quién, con la rigurosidad del trabajo en el tratamiento de su materia prima, los artículos de investigación, fomenta y construye el prestigio de una revista.

La adopción de criterios de "calidad" aceptados internacionalmente permite a las revistas obtener artículos de calidad aceptables como antecedentes en el proceso de asignación de méritos académicos y financiamiento para el desarrollo de las líneas de investigación. Este hecho aumenta el prestigio de la revista y el del editor.

## **2. Cómo las afecta el cambio tecnológico**

En los últimos años, el avance de la tecnología ha provocado grandes cambios en las formas de comunicación entre los científicos. En ese contexto, el desafío para las revistas científicas electrónicas es, por un lado, adecuar la estructura editorial a esta forma de publicación y, por el otro, lograr el cambio en la estructura mental de los propios autores, investigadores, bibliotecólogos y consumidores de literatura científica, quienes, muchas veces, se resisten a considerar al medio electrónico con seriedad.

226

La llegada a un público más numeroso en menos tiempo, la mejora en el flujo de opiniones entre pares, la posibilidad de comunicación con el autor, la hipertextualidad, la estructura multimedia y la reducción de los costos con respecto de las publicaciones en papel son algunas de las ventajas que, sumadas a la necesidad de inmediatez en la divulgación del conocimiento, han convertido a las publicaciones electrónicas en línea en el medio más apto para que los autores difundan los resultados de la investigación y para que los lectores se apropien del conocimiento publicado.

Si bien este medio cambia muy rápido, esta aparente desventaja ha recibido como respuesta una constante evolución de los materiales y equipos que permiten llevar a cabo las medidas preventivas de conservación de los contenidos.

Por todos estos motivos, las revistas científicas electrónicas se están convirtiendo en el medio preferido para la publicación de artículos de investigación científica.

## **3. Los problemas de la difusión, de la calidad y de la visibilidad de las revistas iberoamericanas**

Considerando el universo de los investigadores de los países iberoamericanos se puede comprobar que no todos tienen acceso a poder publicar en las revistas de la corriente principal de la investigación, y considerando el universo de las revistas latinoamericanas se puede comprobar también que no todas pueden formar parte de las revistas aceptadas como "internacionales". Pero en ambos casos también se

puede comprobar que lo que se investiga y se publica en ellas se origina en necesidades sociales, económicas y políticas de un tiempo y espacio real y proporciona respuestas a problemas que no siempre se pueden transferir a otros ambientes. En la región se investiga y las revistas que se editan son el instrumento indispensable para la difusión social de ese conocimiento, entonces ¿por qué no son reconocidas, aceptadas y apoyadas?

La respuesta es que estas revistas están afectadas por diferentes factores interrelacionados, algunos generados desde ellas mismas, otros impuestos por las circunstancias. Entre los factores internos podemos mencionar la falta de adecuación a estándares internacionales, en algunos casos el idioma, el incumplimiento de la periodicidad declarada que influye en forma directa para su incorporación a los índices y servicios de resúmenes internacionales. Esta falta de indización hace que los autores no envíen los artículos originales para ser publicados, porque en la evaluación de pares éstos no son considerados. La demora de la edición también implica un riesgo para la actualidad de los temas de investigación que tratan. Las tiradas reducidas que no favorecen a su difusión dificultan el conocimiento de otros investigadores sobre este material original y la referencia bibliográfica en futuros artículos. Los títulos de las revistas, muchas veces, ni siquiera están en las bibliotecas especializadas de su país, por lo tanto, tampoco figuran en los catálogos colectivos. Las dificultades para hallar árbitros reconocidos, los cambios institucionales que producen caídas en la periodicidad, en los presupuestos para edición, y a veces, en la calidad de los contenidos.

227

Entre las circunstancias externas se hallan los costos de materiales y distribución, el exceso de publicaciones en determinadas disciplinas que obliga a la competencia para la recepción de contribuciones, la falta de artículos para publicar porque sus autores prefieren enviarlos a una revista de alto factor de impacto, las dificultades económicas del país, los nuevos software entre otros aspectos.

Todas estas circunstancias, sumadas a la falta de control bibliográfico de la producción nacional especializada, no facilitan la visibilidad de las revistas y afectan fundamentalmente a su calidad con la pérdida de autores reconocidos, la cesación en los servicios de resúmenes, la ausencia de puntaje en los organismos de evaluación de investigadores, la falta de referencia en los catálogos colectivos, la escasa participación en proyectos regionales, entre otras causas, provocando, por lo tanto, un desconocimiento de parte de la producción científica regional.

#### **4. La compleja relación entre las publicaciones científicas y las comunidades científicas**

Además, existen circunstancias que crean una compleja relación entre nuestras revistas y las comunidades científicas. Por un lado se las suele apoyar y sus miembros son editores científicos, pero en el momento de evaluarlas se las compara con las revistas internacionales, sobre todo aquellas indizadas por el ISI, al que se toma como un referente indiscutido para la evaluación y, en consecuencia, se les asigna un puntaje inferior o ninguno en la calificación de los autores y a sus editores se les desconoce el tiempo dedicado a su edición. Este hecho es de vital importancia

para las revistas. Los mejores trabajos de investigación de la región, rara vez, pueden publicarse en ellas y muchos nunca son publicados porque se genera un doble factor, por un lado, los autores saben que sus artículos no corresponden a temas que son aceptados en las revistas internacionales y, por el otro, saben que no van a recibir ningún estímulo si son publicados en otras revistas. Por lo tanto, algunos científicos prefieren no escribir el resultado de sus investigaciones más que en los informes de investigación.

Esto se agrava por el desequilibrio existente entre disciplinas, por ejemplo, hay demasiadas publicaciones en algunas y carencia en otras, con lo cual los esfuerzos se dispersan facilitando la caída intelectual de las revistas y la argumentación de quienes sostienen el sistema de evaluación actual.

### **5. Propuestas de acciones a nivel iberoamericano**

En los últimos años, varios proyectos latinoamericanos avanzan para cambiar esta realidad y dar visibilidad a las publicaciones científico-técnicas regionales. Se crearon el Sistema Latindex y el Proyecto SciELO con el objetivo de definir y aplicar criterios propios y adecuados para la región, utilizando las nuevas formas de comunicación y de consulta de información para relevar, registrar, informar, evaluar y hasta permitir el acceso al texto completo de sus revistas. Estos dos proyectos han cumplido diez años de actividad ininterrumpida con un crecimiento sostenido y cada vez con más países asociados. Otros repositorios iberoamericanos que permiten el acceso libre al texto completo de las revistas contribuyendo con su visibilidad son: Red ALyC, la Red de Bibliotecas Virtuales CLACSO, IRESIE e iniciativas nacionales como el Índice de Publicaciones Seriadadas Científicas y Tecnológicas Colombianas (PUBLINDEX) y E-Journal.

228

Hay otras iniciativas en progreso, tal como la propuesta de la Representación OPS/OMS en la Argentina para promover en conjunto con el CAICYT y otras instituciones, el desarrollo del Capítulo Argentino de Editores Científicos en Ciencias de la Salud, en el ámbito de la BVS-Argentina, de manera interoperacional con la BVS-Regional, para desarrollar líneas de cooperación con instituciones gubernamentales y asociaciones del ámbito regional e internacional en ciencias de la salud. También hay otro proyecto en estudio relacionado a las revistas de ciencias sociales.

### **6. Propuestas frente a las autoridades de CyT**

Existe la necesidad de regular, por medio de subsidios y/o premios a la calidad editorial y científica de las publicaciones, la concentración de recursos en disciplinas tradicionales para cubrir las áreas de vacancia, así como también de coordinar los esfuerzos realizados por los editores y las instituciones para evitar el aislamiento y la falta de una "core collection" de referencia para investigadores y autores.

En la fundamentación de la propuesta del Comité Organizador del Encuentro, elevada al Señor Secretario de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Ing.

Tulio Del Bono se concluye que para “revertir los aspectos negativos mencionados para permitir que el país cuente con un conjunto de revistas científicas aptas para la difusión del conocimiento a nivel nacional e internacional requiere del estímulo y apoyo de las autoridades involucradas en la planificación de la actividad científica y tecnológica y de las entidades de docencia e investigación correspondientes; del apoyo de los integrantes de cada disciplina y profesión; del trabajo, responsabilidad, seriedad y dedicación de quienes se comprometen en la edición y continuidad de las revistas. El apoyo sistemático a la edición de las revistas científicas de mayor prestigio y a la implementación de su versión electrónica contribuirá a fomentar y reconocer el valor de la investigación que el país produce y a su visibilidad internacional”.

También se propone a las autoridades que convoquen a los científicos que logran éxito fuera del país, como el Programa Raíces de la Argentina o similares, a publicar trabajos originales en revistas científicas locales para contribuir al desarrollo científico nacional y regional, para superar la etapa actual de colaboraciones aisladas, anónimas o sin continuidad y darle a estos aportes un carácter institucional, reconocido y sistemático.

Fortalecer la política de edición científica en el marco iberoamericano impulsando que los títulos evaluados por el Sistema Latindex, SciELO, CAICYT u otros similares de la región reciban el reconocimiento y la valoración correspondiente por parte de los organismos de CyT, los evaluadores de calidad científica y demás miembros de la comunidad científica.

Solicitar a los organismos de evaluación CyT nacionales que actualicen periódicamente las nóminas de publicaciones reconocidas, permitiendo así la incorporación de los nuevos títulos que lo ameriten.

## **RECOMENDACIONES**

- a) Conocer y respetar las normas de propiedad intelectual.
- b) Atenerse a los estándares internacionales de calidad editorial y científica, sobre todo someter los artículos a un estricto arbitraje para verificar su originalidad, lo que les permitirá trascender las fronteras nacionales con revistas que se puedan insertar en la corriente principal de la investigación.
- c) Utilizar todas las posibilidades que ofrecen los nuevos sistemas de comunicación científica, utilizar estrategias de comunicación, comercialización y difusión para posicionar sus revistas en el ámbito internacional.
- d) Contribuir a la preservación del patrimonio científico del país, enviando ejemplares de las publicaciones a las bibliotecas especializadas en cada área en formato impreso o digital y también cumpliendo con el depósito legal según la norma vigente en cada país.

e) Mantener la periodicidad declarada en la revista y mejorarla tratando de publicar con frecuencias no superiores a la cuatrimestral.

f) Fomentar la incorporación de la mayor cantidad de artículos de investigación originales a su revista y organizar sus comités editoriales con miembros nacionales e internacionales destacados en la investigación en esa disciplina.

g) Indizar y mantener las revistas en la mayor cantidad de servicios de resúmenes internacionales.

h) Establecer mecanismos de gestión eficiente de la producción editorial que permitan acelerar la disponibilidad de los contenidos de la revista.

i) Participar con las revistas en los proyectos nacionales, regionales e internacionales, para lo cual deberán alcanzar los criterios mínimos de calidad exigidos para integrarlos.

j) Aceptar los nuevos formatos de publicación existentes y tener versiones múltiples, sobre todo de acceso abierto para las revistas.

k) Participar en la confección de sistemas de medición de la visibilidad de las publicaciones científicas que contemplen criterios de evaluación propios y adecuados para la región.

230

l) Considerar la posibilidad de fusión de las revistas, cuando en una disciplina determinada existan demasiadas.

j) Crear un organismo independiente que reúna a los editores científicos de cada país (propuesta de una editora para la Argentina), el que podrá subdividirse en diferentes capítulos por grupos de disciplinas con problemáticas afines. Esta entidad podrá seguir organizando encuentros como éste, apoyará el dictado de cursos y talleres para los editores científicos, representará y defenderá ante las instituciones públicas de investigación los intereses de estos y, también, tratará de resolver la cuestión legal de los derechos de autor, y otras actividades a definir.

l) Reconocer la labor desarrollada y en curso de ejecución del CAICYT y otros organismos similares iberoamericanos como organismos rectores de las publicaciones científicas de cada país.

m) Invitar a los investigadores radicados o con becas en el exterior a que publiquen en revistas de la especialidad en la región alguno de sus trabajos de investigación original.

# RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS







## El futuro no es más lo que era. La tecnología y la gente en tiempos de Internet

**Horacio C. Reggini**

Editorial de la Universidad Católica Argentina  
2005, Buenos Aires, 450 páginas.

Por: **Gustavo Giuliano**  
Laboratorio de Telecomunicaciones de  
Telefónica, Argentina  
Pontificia Universidad Católica, Argentina

No abundan los textos ni los ámbitos de reflexión sobre la tecnología. Extrañamente, y a diferencia de lo que sucede con la ciencia sobre la que es posible encontrar ámbitos de estudio que se remontan a comienzos del siglo XX con los trabajos pioneros de Ernst Mach en Viena así como nutrida bibliografía académica y de divulgación, la tecnología no ha merecido la misma atención a pesar de su indudable cercanía con la sociedad y la cultura de los pueblos. Posiblemente a causa de una actitud de sometimiento, sostenida por una doctrina determinista-optimista de rasgos hegemónicos, se ha acallado durante décadas las pocas voces de filósofos y pensadores que como Ortega, Ellul, Mumford y Heidegger han alertado sobre la necesidad de reflexión crítica sobre la materia. Por su parte, los ingenieros, como actores especialmente involucrados con el quehacer tecnológico, no se han caracterizado por mostrar especial interés en preguntarse por la esencia de su disciplina y los efectos que su acción acarrea sobre la gente, sus necesidades y costumbres. Langdom Winner, autor del conocido y polémico artículo “¿Tienen política los artefactos?” llama la atención sobre este solipsismo e insta a los ingenieros a tener el coraje suficiente para involucrarse en la necesaria discusión sobre los aspectos filosóficos, sociales e históricos de la tecnología. En ésta línea, los artículos y conferencias redactados por Horacio C. Reggini<sup>1</sup> y recopilados en este

233

<sup>1</sup> Ingeniero. Miembro de número de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; de la Academia Nacional de Educación y de la Academia Argentina de Artes y Ciencias de la Comunicación. Miembro correspondiente de la Academia de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires. Decano de la Facultad de Ciencias Físicomatemáticas e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica Argentina. Es autor además de *Alas para la mente. Logo: un lenguaje de computadoras y un estilo de pensar* (1982), *Ideas y formas. Explorando el espacio geométrico* (1985), *Computadoras: ¿creatividad o automatismo? Reflexiones sobre la tecnología* (1988), *Los caminos de la palabra. Las telecomunicaciones de Morse a Internet* (1996) y *Sarmiento y las telecomunicaciones. La obsesión del hilo* (1997).

libro son una muestra de valor en el sentido impulsado por Winner, ya que se debe disponer efectivamente de decisión, compromiso y honestidad intelectual para alzar la voz a contracorriente alertando sobre los peligros del determinismo tecnológico, de la excesiva especialización, de la mercantilización de la educación, del fundamentalismo digital, del supuesto valor inherente de la velocidad o de la aplicación de un cartesianismo a ultranza en un mundo cada vez más complejo e impredecible.

Para aquellos que no están familiarizados con su pensamiento encontrarán en esta recopilación una completa descripción de sus preocupaciones y anhelos. Con un lenguaje claro, imbricado con anécdotas y citas de la literatura universal se abordan temas profundos, atravesados por un denominador común: orientar la tecnología al servicio de otro futuro posible, hacia aplicaciones decididamente humanas que persigan fines nobles. Su pensamiento es claramente orteguiano; no se trata sólo de sobrevivir en el mundo sino de desear vivir bien en él, es éste el legítimo fin de la creación de la sobrenaturaleza técnica. También siguiendo a Ortega, Horacio Reggini reconoce que la técnica es sólo un instrumento para llevar adelante el programa pre-técnico que es la vida y por ello su papel, si bien puede ser magnífico y venerable, es irremediamente de segundo plano: es el programa vital y social, y por ende político, el que debe definir el tipo de técnica a ser desarrollada así como sus aplicaciones deseables. Lo dicho no implica de modo alguno desarrollar un dirigismo totalitario sino, muy por el contrario, dar lugar al genuino debate haciendo lugar a la diversidad de culturas, ideas y cosmovisiones. Si esta función de medio y no de fin se pierde de vista se corre el peligro de que se vacíe la existencia y se torne árido el paisaje global. Según su visión, para contribuir a evitar que esto suceda se debe impulsar desde todos los ámbitos a que junto con la exploración, la creatividad y la autonomía se anime también la reflexión, el juicio crítico y la construcción de lazos fraternos e interdisciplinarios. Las formaciones técnicas no deben aislarse y autoreferenciarse, sino que se debe incluir a las figuras del ingeniero y del tecnólogo dentro del discurso universal de la cultura, abandonando la tajante división entre ciencias duras y ciencias del espíritu, promocionando la enseñanza temprana de la ciencia y la técnica en las aulas y estando siempre alertas y prestos a denunciar y tomar posición frente a las falsas promesas y los mercantilismos consumistas. Por otra parte se debe rescatar el rol de la sociedad y la cultura en la configuración y modelado de los artefactos, afirmación que deja entrever, a pesar de que no se lo nombra, un acercamiento hacia posturas constructivistas.

La educación ocupa un lugar de privilegio entre las preocupaciones del autor. La utilización de computadoras en las aulas es una antigua aspiración suya que se remonta a los orígenes mismos de la computación masiva, y sus pioneros trabajos sobre programación Logo así lo atestiguan. A pesar de que es un lugar común afirmar hoy en día que las nuevas tecnologías convergentes de informática y comunicaciones -TICs- prometen insertar al mundo y a sus habitantes en la llamada sociedad del conocimiento, Reggini alerta sobre la peligrosa confusión entre información y sabiduría: la expansión de Internet y su casi infinita capacidad de contención puede ser positiva pero también puede ser negativa. Como sostiene Bruno Latour, las dos caras de Jano se encuentran siempre presentes en las

cuestiones tecnológicas, y es por ello que la atención sobre el contexto político-social adquiere especial relevancia por sobre los determinismos extremos. La historia de la técnica es también objeto de su estudio; de ella deben extraerse enseñanzas tanto a través del análisis de los casos exitosos como, y quizás principalmente, de los fracasos. Es un mito que las ideas se gestan en algunas pocas cabezas dotadas de especial genio: el progreso tecnológico es principalmente un proceso constructivo, continuo y laborioso en el que no es fácil reconocer períodos revolucionarios como sucede con la ciencia. Entender su estructura es fundamental para diseñar nuevas invenciones que se transformen en verdaderas innovaciones útiles para la sociedad.

El libro se encuentra estructurado en ocho secciones con la finalidad de ordenar su lectura: "Saber, técnica y cibercultura", "El pensar y el hacer", "Omnipresencia de las telecomunicaciones", "El discurso de las computadoras", "Medios, multimedios y fines", "La educación actual", "Ingeniería e ingenieros" y "Miradas retrospectivas". En esta última sección se encuentran algunos artículos dedicados a Domingo Faustino Sarmiento,<sup>2</sup> figura por la que Reggini se reconoce profundamente atraído. Por las características conformativas del texto -una compilación de artículos y disertaciones- éste admite una lectura "salpicada", y quizás sea ésta la mejor forma de abordarlo. Se empiece por donde se empiece, siempre resaltará el llamado a la imperiosa necesidad de poner manos a la obra en pos de ayudar a construir entre todos, tecnólogos y no tecnólogos, una sociedad justa y plural, que permita alcanzar una vida más plena, menos alienante y menos fragmentada, verdadero fin al que toda acción humana debería aspirar.

<sup>2</sup> Polémico actor de la política argentina del siglo XIX que ocupó la presidencia de la Nación durante el período comprendido entre 1868 y 1874.





## Los médicos recomiendan. Un estudio de las notas periodísticas sobre salud

**Susana Gallardo**

Buenos Aires, 2005  
Eudeba, 213 páginas

Por: **Cecilia Draghi**  
Periodista especializada en ciencia y socióloga

Atiborrados de información como nunca antes ocurrió en la historia, el hombre moderno despierta a la mañana con la radio para saber cuánto abrigarse según las marcas térmicas del día, continúa su derrotero con el informe del tránsito para poder elegir su camino, y no descansa nunca de este bombardeo. Aun cuando no lo desee y se resista a estar en contacto con los medios masivos de comunicación, no le faltará la oportunidad de dar con un semejante que le comente la noticia de la jornada y, peor aún, seguramente sentirá cierta incomodidad si la desconoce. Pero en este trajín cotidiano no sólo recibe datos que conducen a acciones inmediatas, sino que también influyen en el mediano o largo plazo y que atañen íntimamente a su ser, como son las informaciones relacionadas con el terreno de la salud.

237

Cada vez más, las notas de temas médicos acaparan la atención del público. Como ejemplo, una prueba en el caso de la Argentina, pero que se repite en otros países del mundo, es que los textos médicos aparecen con frecuencia en el ranking de las quince noticias más leídas de la edición electrónica del diario La Nación. Pero, más allá de este caso puntual, y volviendo a la cuestión que nos ocupa, los medios gráficos destinan miles de caracteres a prevenir sobre ciertas enfermedades, advertir acerca de peligrosos virus y a aconsejar sobre los pasos que deberían seguirse si se quiere estar a salvo, siempre en un contexto en el que el especialista tiene la palabra, con la autoridad que le otorgan su diploma y su saber, pero con la persuasión que a veces no alcanza a plasmarse en el consultorio.

Los médicos recomiendan... disecciona las estrategias retóricas empleadas por periodistas que tienen habitualmente por misión informar, y que en este caso

incursionan en otro campo: el de transmitir consejos de especialistas en salud pero sin molestar al lector con un sermón ¿Cómo lo logran? Precisamente la obra pone al descubierto cada uno de los recursos lingüísticos empleados para alcanzar ese particular efecto. La investigación que fue parte del trabajo de tesis de la autora; se centra en los casos de los diarios La Nación y Clarín, los principales de la Argentina, describiendo los mecanismos puestos en juego en este sutil terreno de hacer recomendaciones “sin que se note”.

Por cierto, se trata de un área sinuosa. Allí se cruza, por un lado, el facultativo, acostumbrado a recetar no sólo medicamentos sino también pautas de conducta. Precisamente, el consejo médico motiva la mayoría de las consultas. Que se cumpla o no, ello dependerá de cada uno de los pacientes, pero resulta, en definitiva, el objetivo claro de toda visita al especialista. No es raro tampoco que el profesional, cuando aparece en los medios de comunicación, continúe ubicado en ese mismo rol. Por otro lado, en este terreno compartido y resbaladizo, se encuentra la lógica de los medios. Éstos, como la misma autora señala, tienen como tarea informar, “y no es su misión decirle a la gente lo que tiene que hacer. Además, debemos tener en cuenta que a nadie le gusta que le digan lo que tiene que hacer”, a la vez que subraya que los consejos no solicitados rara vez son bienvenidos.

Entonces, ¿cómo resuelven este dilema en un espacio de no más de 800 palabras? Éste es el objetivo que de modo claro sin dejar por ello de ser profundo desarrolla Gallardo apoyándose en su formación académica en Letras y en su experiencia alcanzada en la divulgación científica, profesión que desarrolla desde hace más de quince años. En esta obra la autora conjuga dos facetas: la de periodista científica que da cuenta de su propia investigación y la de investigadora que para comunicar su trabajo emplea las dotes del divulgador. Ambas se plasman desde el comienzo y se mantienen a lo largo de este aporte novedoso y valioso que cumple con creces las expectativas de la audiencia.

238

## Hoja de ruta

Si bien Los médicos recomiendan... se centra en los temas de salud, en la primera parte se ofrece un panorama de lo que se ha investigado y debatido, desde distintas perspectivas, acerca de la divulgación de la ciencia en general. Desde el área de las ciencias sociales se destacan los estudios de percepción pública de la ciencia, que a partir de los años ´70 se llevan a cabo en los Estados Unidos y Europa, y desde hace unos años han comenzado a realizarse en la Argentina y otros países de la región. Estas investigaciones se orientan a indagar los conocimientos, intereses y actitudes del público respecto de la ciencia. Asimismo se intenta averiguar de qué manera incorpora el público los conocimientos nuevos y si los aplica en su vida cotidiana. Por otro lado se encuentran los estudios encarados desde un punto de vista filosófico y epistemológico, que han llegado a cuestionar la posibilidad misma de la divulgación de la ciencia debido, en gran medida, a que confundieron la divulgación científica con la enseñanza formal, confusión que persiste aún en nuestros días.

En cuanto a las investigaciones abordadas desde la lingüística, los primeros estudios, a principios de los años '80, se habían centrado en la forma en que los términos especializados del paper eran transformados en el lenguaje cotidiano de la prensa. Así se fue gestando una concepción de la divulgación científica como una mera traducción y, por ende, como una traición al texto fuente.

No obstante, esa visión reduccionista ya ha sido superada, y estudios posteriores han enfatizado la complejidad de la tarea de divulgación que implica no sólo una reformulación lingüística sino también una puesta en contexto (social, político y económico) de una investigación puntual.

Si bien es mucho lo que se ha indagado sobre la comunicación de la ciencia, Gallardo destaca que un gran número de estudios no han sabido percibir la enorme heterogeneidad que presenta el campo, y han generalizado a todo el dominio las observaciones realizadas en una clase de textos, como por ejemplo las noticias sobre avances científicos.

Luego de esa puesta al día de las investigaciones, la autora se centra en los textos sobre salud y, en particular, en una clase específica de los mismos: se trata de aquellos artículos que no comunican avances científicos sino que hablan de enfermedades. En ellos se cruzan los rasgos del discurso periodístico con estructuras textuales prototípicas de la medicina, en las cuales lo importante es brindar directivas para cuidar la salud.

En los capítulos 4 y 5 la autora efectúa su principal contribución a los estudios lingüísticos. En el capítulo 4 realiza un análisis cualitativo-cuantitativo de las formas léxico-gramaticales en que se formulan las recomendaciones, las advertencias y los "consejos reconfortantes". La autora observa que los textos tienden a emplear formas atenuadas para imponer la obligación y, en muchos casos, formas encubiertas. En este sentido, destaca que el modo imperativo tiene un empleo muy restringido en estos textos, donde se emplea casi exclusivamente en consejos reconfortantes, o con un fin irónico. La autora comenta que en textos periodísticos del dominio de la informática sucede todo lo contrario, lo cual evidencia las restricciones y condicionamientos que puede imponer en cada caso el área temática en cuestión. En el capítulo 5 se centra, desde una perspectiva pragmática, en las funciones que cumplen los enunciados que acompañan a las recomendaciones, las cuales se encuentran fuertemente justificadas. Es decir, no sólo se da el consejo, sino que se intenta que el destinatario lo acepte y pueda llevarlo a cabo.

Como se trata de artículos periodísticos, las palabras de la fuente de información (lo que se denomina discurso referido) cumplen un papel preponderante. En tal sentido, el libro dedica un capítulo a este tema, en el que se analizan las voces que aparecen citadas en los textos y las funciones que cada una de ellas cumple. Porque en estos textos no sólo aparece la voz del especialista sino también la voz del paciente, que no es considerado como "locutor lego", debido a que él también es un experto, al menos en lo que se refiere a su enfermedad. Asimismo se indagaron los tipos de verbos empleados por el periodista para introducir la palabra ajena.

## Para diferentes destinatarios

La autora no pretende realizar generalizaciones que se apliquen a la divulgación científica en general, sino sólo a la clase de textos analizada, que es una parte dentro de la comunicación de temas biomédicos. Pero coloca sobre el tapete la necesidad de profundizar las investigaciones sobre este campo tan rico en manifestaciones, y sobre el cual queda mucho por estudiar, en particular, en lengua española. Este aporte no sólo cumple con creces las expectativas de la audiencia, sino que lo logra por más variada que ésta sea. Periodistas, lingüistas, médicos, público en general no serán decepcionados por el material de esta obra.

Los comunicadores sociales especializados en temas médicos hallarán al desnudo el mecanismo empleado para que los textos produzcan los efectos buscados y de los cuales muchas veces se logran con mayor o menor éxito sin saber bien el cómo. Porque así como se habla sin necesidad de conocer la estructura del lenguaje, también los periodistas escriben sin ser conscientes de los recursos lingüísticos a los cuales echan mano. Aquí encontrarán una radiografía del quehacer cotidiano, y a la vez una caja de herramienta que permiten ajustar y apuntar más finamente al blanco elegido de modo que los efectos deseados no sean casuales, sino causales. En tanto, los profesionales de la salud descubrirán en esta obra formas y modos para seleccionar las palabras de manera que resulten aceptables para su interlocutor y alcancen el mayor nivel de persuasión. Si pretenden mejorar la comunicación contarán en esta obra con un imprescindible aliado. Por su parte, los especialistas en lingüística tendrán ante sí un trazado pormenorizado y estructurado metódicamente acerca de los rasgos lingüísticos de los textos en un campo tan específico y poco explorado en lengua española como es el de la divulgación de temas médicos. El público lego, lejos de toparse con una obra para expertos, hallará respuestas a preguntas que tal vez ni siquiera se había planteado, pero que redimensionarán su óptica en el próximo contacto con notas periodísticas de salud. El libro cumple fidedignamente el objetivo planteado en sus inicios, el de reflexionar sobre los usos del lenguaje y en cómo se emplean determinadas formas para producir determinados efectos.

240

Lester King, doctor en medicina, historiador médico y uno de los redactores jefe de JAMA(The Journal of the American Medical Association) desde la década de los '60 hasta entrados los años '80, sintetizó su visión sobre el acceso del público a la información médica en la siguiente frase: "los médicos quieren decirle al público lo que éste necesita saber, mientras que los medios de comunicación desean contarle lo que quiere oír". Aquí, Gallardo revela cómo los medios cuentan lo que médicos quieren decir, pero del modo que el público desea oír. Todo un hallazgo.

NOTICIAS 



## **I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación**

México D.F., México, 19 al 23 de junio de 2006

La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura (OEI), la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) convocan el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología Sociedad e Innovación “Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo en Iberoamérica”.

La propuesta de este Congreso es indagar y reflexionar sobre el impacto social de los desarrollos científicos y tecnológicos mediante el análisis de las interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y los aspectos económicos y sociales de nuestra sociedad desde las distintas perspectivas conceptuales propuestas por los estudios sobre “Ciencia, tecnología y sociedad” (CTS) y aquellos que se ocupan de la innovación.

El evento contará con secciones de comunicaciones, Simposios, Conferencias y Mesas que abordarán las siguientes temáticas: políticas públicas y participación ciudadana en ciencia y tecnología; ciencia, tecnología y valores; estudios filosóficos, históricos y sociales sobre ciencia y tecnología; educación CTS; comunicación y percepción social de ciencia y tecnología; innovación, tecnología y sociedad; medio ambiente y sostenibilidad; sociedad del conocimiento/sociedad del riesgo; ciencia, tecnología y diversidad cultural; ciencia, tecnología y género; sistemas de innovación; gestión de la innovación; universidad, empresa e innovación; y cooperación en I+D+I.

243

La fecha límite para la recepción de los resúmenes de ponencias es el 28 de febrero de 2006. La notificación sobre la aceptación de las comunicaciones se realizará en la página web del Congreso a partir del 1 de abril de 2006. Cada una de las ponencias aceptadas tendrá 20 minutos para ser expuesta y 10 para ser discutida.

Los organizadores del Congreso también podrán aceptar mesas redondas y simposios. Estas propuestas serán remitidas al comité organizador antes del 28 de febrero de 2006. La aceptación de las mismas será comunicada a partir del 1 de abril de 2006 y se reservará un tiempo máximo de 2 horas para cada una. En cualquier caso, la organización y financiación de estos actos correrá a cargo de los proponentes.

Tener en cuenta que, de forma paralela al Congreso, se realizarán los siguientes Cursos:

1. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores. Dirigido a docentes de educación media y superior. Dirección del Curso: Mariano Martín Gordillo y Carlos Osorio
2. Formulación de proyectos de cooperación: El enfoque del Marco Lógico. Dirección del Curso: Luis Cámara y Héctor Sainz.

Estos Cursos tendrán una duración de 20 horas cada uno y se realizarán en jornada de tarde durante la celebración del Congreso. Para participar en ellos se deberán cubrir los costes de matrícula (no se requiere pagar la cuota del Congreso). Las plazas son limitadas.

Para obtener más información escribir a: [congresoctsi@oei.es](mailto:congresoctsi@oei.es) o ingresar a la página web de la OEI: [www.oei.es](http://www.oei.es)

**9º Congreso Internacional  
Public Communication of Science and Technology (PCST-9)  
“Cultura Científica para una Ciudadanía Global” (Scientific Culture for Global  
Citizenship)**

Seúl, 17-20 de mayo de 2006

Entre el 17 y el 20 de mayo de 2006 se llevará a cabo en Seúl, Corea, la Novena Conferencia de la Red Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología que reunirá a más de 500 académicos y profesionales de la comunicación de la ciencia para intercambiar ideas y discutir los últimos conceptos relacionados con la comunicación científica. El tema central de este encuentro será la Cultura Científica para una ciudadanía Global, y sus ejes principales estarán constituidos por el saber científico público y la conciencia pública sobre el rol de la ciencia en los problemas globales como los terremotos, el calentamiento global o el terrorismo.

244

La Red Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (PCST, según su sigla en inglés) es un espacio para que los individuos de diferentes lugares del mundo, que trabajan y estudian con temas relacionados a la Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología, puedan debatir e intercambiar ideas. Su principal objetivo es el de fomentar la comunicación de la ciencia y la tecnología al público en general, así como alentar la comunicación entre tradición y tecnología moderna, y entre la ciencia y las humanidades, incluyendo el arte. En este contexto, la conferencia se convierte en un espacio para debatir y trabajar en red experiencias científicas, conectando una gran diversidad de culturas y nacionalidades

Los Anfitriones del encuentro son la Academia Coreana de Ciencia y Tecnología y la Fundación Científica de Corea. Su organización está a cargo del Comité Organizador PCST-9. Algunos de los temas que se abordarán son: ciudadanos informados: teoría y práctica (acercamiento teórico); los científicos: actores claves para una ciudadanía global; la contribución y comunicación científica para la resolución de problemas globales (acercamiento práctico); sistema educacional y societal en culturas diversas; (societal & educational system in diverse culture) [acercamiento institucional]; PCST en el mundo y en Asia; diálogo entre tradición y ciencia; líderes de opinión; nexos entre high-tech y sociedad e indicadores de compromiso público con la ciencia y la tecnología.

El Congreso incluirá plenarios y sesiones en paralelo, que contarán con oradores y expositores de renombre. La conferencia será acompañada por la presentación de artículos.

La registración para la Pre-Conferencia y la Conferencia PCST estará disponible en Internet desde el 10 de Enero de 2006. Para el Taller Post-Conferencia también estará disponible la registración en línea.

Presentación de solicitudes:

Los autores están invitados a enviar un abstract en inglés de 300 palabras. Para ello es necesario seguir las instrucciones dadas en la website: [www.pcst2006.org](http://www.pcst2006.org). Aquellos resúmenes que sean aceptados serán publicados como actas de la conferencia.

Fechas límites:

Abstracts: Hasta el 30 de Noviembre de 2005.

Notificación de aceptación: 31 de Enero de 2006

Texto completo: 28 de Febrero de 2006.

## **VI Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Género**

Zaragoza, 11 a 15 de septiembre de 2006

245

Este Congreso, que se celebrará en la Universidad de Zaragoza, cuenta con el apoyo de varias instituciones. En él se pretende reunir a todas aquellas personas del ámbito iberoamericano que trabajen o estén interesadas en temas relacionados con la ciencia y la tecnología desde una perspectiva de género. El encuentro servirá de plataforma para impulsar la participación y el reconocimiento de las mujeres en los diversos campos de las ciencias y la tecnología. Entre sus principales objetivos está el de promover la investigación desde las necesidades vitales de las mujeres.

Constará de Conferencias Magistrales a cargo de especialistas de reconocida trayectoria internacional en el campo, Mesas Redondas temáticas, Paneles y Ponencias que explorarán diferentes problemáticas acerca de temas como la historia, psicología y sociología de la ciencia desde la perspectiva de género; el diagnóstico de la paridad de género en el sistema I+D+I; las perspectivas de género en epistemología, filosofía de la ciencia y en la documentación científica; las representaciones científicas de lo masculino y lo femenino; el género, sus recursos naturales y desarrollo; la relación entre ciencia, salud, biotecnologías y la calidad de vida de las mujeres; la tecnociencia y las investigaciones para la paz y el desarrollo y la perspectiva de género en la enseñanza, difusión y divulgación de la ciencia.

Las personas interesadas en presentar una ponencia deberán remitir un resumen en español a partir del 12 de octubre de 2005 y antes del 8 de marzo de 2006. La aceptación de las mismas será comunicada antes del 14 de abril de 2006. El texto

completo de las ponencias se entregará en el Congreso (requisitos formales para su publicación: DIN-A4, times 12, doble espacio, extensión máxima 15 folios). Los gastos de traslado, alimentación y hospedaje correrán por cuenta de cada participante.

Para obtener mayor información, inscribirse o enviar las ponencias dirigirse a:  
Secretaría Técnica: Asun Santesteban [siem@unizar.es](mailto:siem@unizar.es)

O visitar la página web del congreso: <http://wzar.unizar.es/siem/>

## **VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología -ESOCITE 2006**

Bogotá, Colombia, 19 al 21 de abril de 2006

Este evento académico reúne periódicamente a los investigadores dedicados a los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina y el Caribe para reflexionar, presentar y discutir los resultados de las investigaciones realizadas en este campo.

246

Recogiendo las experiencias y los resultados de las discusiones de las últimas jornadas realizadas en Toluca, se ha concebido la organización de este encuentro alrededor de seis ejes temáticos: ciencia, tecnología, democracia y políticas educativas; sociedad y producción de conocimiento; tecnociencia en la historia de América Latina y el Caribe tecnología-sociedad; regiones y redes de conocimiento; y reflexividad en los estudios sobre la ciencia, la tecnología y la educación CTS. También habrá una mesa redonda sobre género y ciencia.

La organización de las Jornadas está a cargo de un Comité Coordinador formado por investigadores de la Universidad Nacional, la Universidad de los Andes y del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, contará además con el apoyo de un Comité Nacional y un Comité Internacional.

18 de octubre de 2005: Fecha límite para envío de resúmenes:  
30 de noviembre de 2005: Respuesta de aceptación de resúmenes  
7 de marzo de 2006: Fecha límite para envío de textos finales

Para mayor información escribir a [esocite@ocyt.org.co](mailto:esocite@ocyt.org.co) o visitar la página Web del evento: [www.ocyt.org.co/esocite/](http://www.ocyt.org.co/esocite/)

## RECEPCIÓN DE COLABORACIONES

- a. El trabajo deberá ser presentado en formato electrónico, indicando a qué sección estaría destinado.
- b. Los textos deben ser remitidos en formato de hoja A4, fuente Arial, cuerpo 12. La extensión total de los trabajos destinados a las secciones de Dossier y Artículos no podrá superar las 20.000 palabras. Para los trabajos destinados a la sección Foro CTS, la extensión no deberá ser mayor a 4.000 palabras. En el caso de los textos para la sección Reseñas bibliográficas, la longitud no podrá ser superior a 2.000 palabras.
- c. El trabajo debe incluir un resumen en su idioma de origen y en inglés, de no más de 200 palabras. Asimismo, deben incluirse hasta 4 palabras clave.
- d. En caso de que el trabajo incluya gráficos, cuadros o imágenes, éstos deben ser numerados y enviados en archivos adjuntos. En el texto se debe indicar claramente la ubicación que debe darse a estos materiales.
- e. Las notas aclaratorias deben ser incluidas al pie de página, siendo numeradas correlativamente.
- f. Las referencias bibliográficas en el cuerpo del texto solamente incluirán nombre y apellido del autor, año de publicación y número de página.
- g. La bibliografía completa debe ordenarse alfabéticamente al final del texto, con el siguiente criterio: 1) apellido (mayúscula) y nombre del autor; 2) año de publicación, entre paréntesis; 3) título de la obra (en bastardilla en caso de que se trate de un libro o manual, y entre comillas si se trata de artículos en libros o revistas. En este caso, el nombre del libro o la revista irá en bastardilla); 4) editorial; 5) ciudad; y 6) número de página.
- h. Los datos del autor deben incluir su nombre y apellido, título académico, institución en la cual se desempeña y cargo, país y correo electrónico.
- i. La Secretaría Editorial puede solicitar al autor la revisión de cualquier aspecto del artículo que no se ajuste a estas disposiciones, como paso previo a su remisión al comité evaluador.

j. Los trabajos serán evaluados por un comité de pares evaluadores que dictaminará sobre la calidad, pertinencia y originalidad del material. Las evaluaciones podrán ser de tres tipos: a) Aprobado para su publicación; b) No apto para su publicación; y c) Aprobado condicional. Este último caso implica que los pares evaluadores consideran que el material podría ser objeto de publicación si se le realizan determinadas correcciones contempladas en el Informe. El autor podrá aceptar -o no- dicha sugerencia, aunque el rechazo de la misma implicaría la negativa a publicar el material. En caso de que el autor acepte revisar el material según los criterios indicados, éste se sometería nuevamente a una revisión por pares.

k. La Secretaría Editorial notificará al autor los resultados del proceso de evaluación correspondientes.

Los trabajos deben ser enviados a [secretaria@revistacts.net](mailto:secretaria@revistacts.net)

## Suscripción anual

Solicito por este medio la suscripción anual (3 números) a la Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS.

### Datos del suscriptor

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Forma de pago (marque con una X):

Depósito

Giro postal dirigido a nombre de la Asociación Civil Grupo Redes

249

### Para suscripciones desde Argentina

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior

*Datos de la cuenta:*

Titular: Centro Redes

Referencia: [incluir el nombre del suscriptor o comprador]

Banco: BNP Paribas, sucursal Recoleta (Av. Callao 1690, C1024AAP Buenos Aires, Argentina)

CBU Centro Redes: 26600125 21000000200078

*[Importante: Realizar el pago a través del Sistema Nacional de Pagos (SINAPA)]*

*Enviar esta ficha a:*

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior

Mansilla 2698, piso 2

C1425BPD Buenos Aires, Argentina

Teléfono y fax: (54 11) 4963 7878 / 4963 8811

Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

*Precio anual de suscripción: \$ 60*

*Gasto anual de envío: \$ 12*

corte y envíe

**Para suscripciones desde el resto de América y España**

Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

*Datos de la cuenta:*

Titular: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)  
 Referencia: Revista CTS  
 Banco: La Caixa, oficina 2957 (Mota del Cuervo 31, 28043 Madrid, España)  
 Cuenta: 2100 2957 01 0200025339

*Enviar esta ficha a:*

Publicaciones de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)  
 Bravo Murillo 38  
 28015 Madrid, España  
 Teléfono: (34) 91 594 43 82  
 Fax: (34) 91 594 32 86

*Precio anual de suscripción individual:* € 25 / U\$S 30*Precio anual de suscripción institucional:* € 40 / U\$S 47*Gasto anual de envío:* España € 9 / Resto de América U\$S 57

250

**Para suscripciones desde España y resto de Europa**

Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología. Universidad de Salamanca

*Datos de la cuenta:*

Titular: Fundación General de la Universidad de Salamanca.  
 Referencia: Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología  
 Banco: Santander Central Hispano  
 IBAN: ES08 0049 1843 4621 1018 6226  
 SWIFT: BSCHEM

*Enviar esta ficha a:*

Instituto ECYT - Universidad de Salamanca  
 Proyecto Novatores  
 Colegio de Oviedo. C/ Alfonso X, s/n  
 Campus Miguel de Unamuno  
 37007 Salamanca (España)  
 Teléfono: (34) 923 29 48 34  
 Fax: (34) 923 29 48 35

*Precio anual de suscripción individual:* € 25*Precio anual de suscripción institucional:* € 40*Gasto anual de envío:* España € 9 / Resto de Europa € 27



**Solicitud por número**

Solicito por este medio el envío de los siguientes números de la Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS:

Número:   
Ejemplares (cantidad):

Número:   
Ejemplares (cantidad):

Número:   
Ejemplares (cantidad):

**Datos del solicitante**

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

País: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Forma de pago (marque con una X):

Depósito

Giro postal dirigido a nombre de la Asociación Civil Grupo Redes

**Para suscripciones desde Argentina**

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior

*Datos de la cuenta:*

Titular: Centro Redes  
Referencia: [incluir el nombre del suscriptor o comprador]  
Banco: BNP Paribas, sucursal Recoleta (Av. Callao 1690, C1024AAP Buenos Aires, Argentina)  
CBU Centro Redes: 26600125 21000000200078

*[Importante: Realizar el pago a través del Sistema Nacional de Pagos (SINAPA)]*

corde y envíe

*Enviar esta ficha a:*

Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y  
Educación Superior  
Mansilla 2698, piso 2  
C1425BPD Buenos Aires, Argentina  
Teléfono y fax: (54 11) 4963 7878 / 4963 8811  
Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

*Precio por ejemplar:* \$ 25

*Gastos de envío (por ejemplar):* \$ 4

### **Para solicitudes desde el resto de América y España**

Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)

*Datos de la cuenta:*

Titular: Organización de Estados Iberoamericanos (OEI)  
Banco: La Caixa, oficina 2957 (Mota del Cuervo 31, 28043  
Madrid, España)  
Cuenta: 2100 2957 01 0200025339

*Enviar esta ficha a:*

Publicaciones de la Organización de Estados  
Iberoamericanos (OEI)  
Bravo Murillo 38  
28015 Madrid, España  
Teléfono: (34) 91 594 43 82  
Fax: (34) 91 594 32 86

252

*Precio por ejemplar:* € 10 / U\$S 12

*Gastos de envío (por ejemplar):* España € 3 / Resto de América U\$S 19

### **Para solicitudes desde España y resto de Europa**

Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología. Universidad de Salamanca

*Datos de la cuenta:*

Titular: Fundación General de la Universidad de Salamanca.  
Referencia: Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología  
Banco: Santander Central Hispano  
IBAN: ES08 0049 1843 4621 1018 6226  
SWIFT: BSCHEM33

*Enviar esta ficha a:*

Instituto ECYT - Universidad de Salamanca  
Proyecto Novatores  
Colegio de Oviedo. C/ Alfonso X, s/n  
Campus Miguel de Unamuno  
37007 Salamanca (España)  
Teléfono: (34) 923 29 48 34  
Fax: (34) 923 29 48 35

*Precio por ejemplar:* € 10

*Gastos de envío (por ejemplar):* España € 3 / Resto de Europa € 9

**Solicitud de compra de ejemplares o suscripciones desde Argentina con tarjeta de crédito Mastercard**

**Datos personales**

Apellido: \_\_\_\_\_

Nombre completo: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

Dirección para envíos postales (\*): \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ Ciudad: \_\_\_\_\_

(\*) Completar únicamente si es diferente a la otra dirección

Teléfono de contacto: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

**Datos de la tarjeta Mastercard**

Nº de tarjeta: \_\_\_\_\_

Fecha de emisión: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Fecha de vencimiento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_

253

Solicito que se debite de mi tarjeta de crédito MASTERCARD N° \_\_\_\_\_, fecha de emisión \_\_\_\_ / \_\_\_\_, fecha de vencimiento \_\_\_\_ / \_\_\_\_, la suma correspondiente a (marcar con una cruz):

- 1 ejemplar de la Revista CTS (\$ 29) [incluye envío postal]
- 1 suscripción anual a la Revista CTS (\$ 72) [incluye envío postal]
- 1 ejemplar de la Revista CTS (\$ 25) [NO incluye envío postal] (\*\*)
- 1 suscripción anual a la Revista CTS (\$ 60) [NO incluye envío postal] (\*\*)

(\*\*) Retiro el/los ejemplar/es personalmente en la Secretaría Editorial de la Revista (ver dirección al pie de este formulario)

Firma: \_\_\_\_\_

Aclaración: \_\_\_\_\_

**Enviar esta solicitud únicamente por fax o correo postal a:**

*Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS  
Secretaría Editorial  
Redes. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior  
Mansilla 2698, piso 2 \_ C1425BPD Buenos Aires, Argentina  
Fax: (54 11) 4963 7878 / 4963 8811*



## Desarrollo Económico Revista de Ciencias Sociales

Número 178, Volumen 45, julio - setiembre de 2005

### Artículos

Sandrine Lefranc, *Las políticas del perdón y de la reconciliación. Los gobiernos democráticos y el ajuste de cuentas con el legado del autoritarismo*

Mario Damill, Roberto Frenkel y Martín Rapetti, *La deuda argentina: historia, default y reestructuración*

Luis Beccaria, Valeria Esquivel y Roxana Maurizio, *Empleo, salarios y equidad durante la recuperación reciente en la Argentina*

Ana María Mustapic, *Inestabilidad sin colapso. La renuncia de los presidentes: Argentina en el año 2001*

Fernando Groisman y Adriana Marshall, *Determinantes del grado de desigualdad salarial en la Argentina: un estudio interurbano*

Información de biblioteca

Información institucional



## **Sociologia. Problemas e Práticas**

Número 48, Maio-Junho-Julho-Agosto de 2005

Gilberto Velho, *O futuro das ciências sociais e a importância de seu passado*  
Bráulio Sallum Jr., *O futuro das ciências sociais: a sociologia em questão*  
Gláucio Ary Dillon Soares, *O calcanhar metodológico da ciência política no Brasil*  
Alzira Alves de Abreu, *A mídia na transição democrática brasileira*  
Fernando Luís Machado e Maria Abranches, *Caminhos limitados de integração social: trajetórias socioprofissionais de cabo-verdianos e hindus em Portugal*  
Cristina Lobo, *Famílias recompostas: revisitar a produção americana (1930-2000)*  
Loïc Wacquant, *Mapear o campo artístico*

