

Enero-Abril ■ Janeiro-Abril 2012

Monográfico. Número 58

REVISTA IBERO AMERI CANA

de Educación
de Educação

Educación para la cultura científica

Educação para a cultura científica



© OEI, 2012

Educación para la cultura científica / *Educação para a cultura científica*
Revista Iberoamericana de Educación (monográfico) / *Revista Ibero-americana de Educação (monográfico)*
N.º 58

Enero-Abril / *Janeiro-Abril*

Madrid / Buenos Aires, OEI, 2012

218 páginas

Revista cuatrimestral / *Revista quadrimestral*

EDITA

Centro de Altos Estudios Universitarios (CAEU)

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)

Bravo Murillo, 38. 28015 - Madrid, España / Tel.: (34) 91 594 43 82

Paraguay, 1510. C1061ABD - Buenos Aires, Argentina / Tel.: (5411) 48 13 00 33

rie@oei.org.es

www.rieoei.org

ISSN: 1022-6508-X

Depósito Legal: BI-1094-1993

Ilustración de cubiertas: asenmac.com Informática y Telecomunicaciones

TEMAS / TEMAS

Cultura científica; Educación cts; Educación científica; Enseñanza de la ciencia.

Cultura científica; Educação cts; Educação científica; Ensino da ciência

La REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN
puede adquirirse mediante suscripción a través de
nuestra página web
http://www.rieoei.org/formulario_suscripcion.htm

A REVISTA IBERO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO
*pode adquirir-se mediante subscrição através de
nosso site*
http://www.rieoei.org/formulario_suscripcion.htm

La REVISTA es una publicación indizada en: / *A REVISTA é uma publicação indizada em:*

LATINDEX: www.latindex.unam.mx

IRESIE: www.iisue.unam.mx/iresie

DOAJ: www.doaj.org

IEDCYT: www.cindoc.csic.es

ABES SUDOC: www.sudoc.abes.fr

Biblioteca Digital: www.oei.es/bibliotecadigital.php

La Revista selecciona los trabajos mediante el
sistema de arbitraje «ciego por pares» a través
de especialistas externos a la Redacción.

*A Revista seleciona os trabalhos mediante o
sistema de arbitragem «cego por pares» através
de especialistas externos à Redação.*

Todos los números MONOGRÁFICOS pueden ser consultados en
los formatos HTML y PDF en la web de la revista. Además la web
dispone de otra revista digital que se edita mensualmente con
espacios dedicados a recoger «Investigaciones y estudios» de
los lectores, a «Debates» sobre temas propuestas por los mis-
mos, a «Experiencias e innovaciones», a artículos de «Opinión»,
entre otras secciones, que puedan servir de referencia u objeto
de estudio para quienes trabajan o investigan en el campo de la
educación en Iberoamérica.

*Todos os números MONOGRÁFICOS podem ser consultados em
os formatos HTML e PDF em o site da revista. Ademais o site
dispõe de outra revista digital que se edita mensalmente com
espaços dedicados a recolher «Investigações e estudos» dos
leitores, a «Debates» sobre temas propostas pelos mesmos,
a «Experiências e inovações», a artigos de «Opinião», entre
outras seções, que possam servir de referência ou objeto de
estudo para quem trabalham ou pesquisam em o campo da
educação em Ibero-América*

La OEI no se responsabiliza de las opiniones expresadas en
los artículos firmados ni comparte necesariamente las ideas
manifestadas en los mismos. Igualmente, no mantiene corres-
pondencia con los autores de trabajos no solicitados.

*A OEI não se responsabiliza pelas opiniões exprimidas nos
artigos assinados nem subscreve necessariamente as
ideias manifestadas nos mesmos. Igualmente, não mantém
correspondência com os autores de trabalhos não solicitados.*

CONSEJO DE REDACCIÓN / *CONSELHO DE REDAÇÃO*

Director / *Diretor*: Alejandro Tiana

Equipo de redacción / *Equipe de redação*: Deborah Averbuj, María Kril, Andrés Viseras, Perla Youngerman

Traductores / *Tradutores*: Mirian Lopes Moura, Patricia Quintana Wareham, Nora Elena Vigiani

Asesor de edición / *Assessor de edição*: Roberto Martínez

CONSEJO ASESOR / *CONSELHO ASSESSOR*

Joaquim Azevedo, *Universidade Católica Portuguesa (Portugal)*

Daniel Filmus, *ex ministro de Educación, Ciencia y Tecnología (Argentina)*

Andoni Garritz, *Universidad Nacional Autónoma de México, director de la Revista Educación Química*

Daniel Gil, *Universidad de Valencia (España)*

José Antonio López Cerezo, *Universidad de Oviedo (España)*

Álvaro Marchesi, *Secretario General de la OEI, Universidad Complutense de Madrid (España)*

Miquel Martínez y Martín, *Universidad de Barcelona (España)*

Antonio Monclús Estella, *Universidad Internacional Menéndez Pelayo-Campo de Gibraltar (España)*

Sylvia Schmelkes, *Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, CINVESTAD (México)*

Flavia Terigi, *Universidad de Buenos Aires (Argentina)*

Amparo Vilches, *Universidad de Valencia (España)*

COMITÉ CIENTÍFICO / *COMITÊ CIENTÍFICO*

António Manuel Águas Borralho, *Universidade de Évora, Portugal.*

Teresita Alzate Yepes, *Universidad de Antioquia, Colombia.*

María José Bautista-Cerro Ruiz, *Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España.*

Fernanda da Rosa Becker, *Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP-MEC), Brasil.*

Jorge Bonito, *Universidade de Évora, Portugal.*

Elsa Piedad Cabrera Murcia, *Facultad de Educación, Pontificia Universidad de Chile*

Luis Augusto Campistrous Pérez, *Universidad Autónoma de Guerrero, México.*

María Clemente Linuesa, *Universidad de Salamanca, España.*

María Inmaculada Egidio Gálvez, *Universidad Autónoma de Madrid, España.*

Isabel Patricia Espiro Barrera, *Universidad Santo Tomás, Chile.*

Paulo Celso Ferrari, *Universidade Federal de Goiás, Brasil.*

Manuel Ferraz Lorenzo, *Universidad de La Laguna, España.*

Eduardo Lautaro Galak, *Universidad Nacional de La Plata, Argentina.*

Isabel María Gallardo Fernández, *Universidad de Valencia, España.*

María Teresa Gómez del Castillo, *Escuela de Magisterio Cardenal Spínola (España)*

Viviana Lázara González Maura, *Universidad de La Habana, Cuba.*

Begoña Gros, *Universitat Oberta de Catalunya (España)*

Gregorio Jiménez Valverde, *Universidad de Barcelona, España.*

Juan José Leiva Olivencia, *Universidad de Málaga, España.*

Márcia Lopes Reis, *Universidade Paulista, Brasil.*

María del Carmen Lorenzatti, *Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*

Valentín Martínez-Otero Pérez, *Universidad Complutense de Madrid, España.*

Héctor Monarca, *Universidad Autónoma de Madrid, España.*

María de la Villa Moral Jiménez, *Universidad de Oviedo, España.*

William Moreno Gómez, *Universidad de Antioquia, Colombia.*

Juan Vicente Ortiz Franco, *Fundación Universitaria Los Libertadores, Colombia.*

Ondina Pena Pereira, *Universidade Católica de Brasília, Brasil.*

Rafael Pérez Flores, *Universidad Autónoma Metropolitana, México.*

Carmen Nieves Pérez Sánchez, *Universidad de La Laguna, España.*

María Eveline Pinheiro Villar de Queiroz, *Ministério da Educação, Brasil.*

Alicia Mónica Pintus, *Ministerio de Educación, Argentina.*

Enric Prats, *Universidad de Barcelona, España.*

José Quintanal Díaz, *Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.*

Francisco Ramos Calvo, *Loyola Marymount University, EE.UU.*

Celia Rosa Rizo Cabrera, *Universidad Autónoma de Guerrero, México.*

Marta Ruiz Corbella, *Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España.*

José Armando Salazar Ascencio, *Universidad de La Frontera, Chile.*

Ángel San Martín Alonso, *Universidad de Valencia, España.*

María Cecilia Sánchez Teixeira, *Universidade de São Paulo, Brasil.*

Teresa Sancho-Vinuesa, *Universitat Oberta de Catalunya, España*

Marco Silva, *Universidade Estácio de Sá, Brasil.*

Liliana Soares Ferreira, *Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.*

Joan Andrés Traver Martí, *Universidad Jaime I, España.*

Fabiane Adela Tonetto Costas, *Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.*

Pablo Valdés Castro, *Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Cuba.*

Rosa Vázquez Recio, *Universidad de Cádiz, España*

María Jesús Vitón de Antonio, *Universidad Autónoma de Madrid, España.*

Cleci Werner da Rosa, *Universidade de Passo Fundo, Brasil.*

Organização
dos Estados
Ibero-americanos



Organización
de Estados
Iberoamericanos

Para a Educação,
a Ciência
e a Cultura



Para la Educación,
la Ciencia
y la Cultura

REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN *REVISTA IBERO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO*

Número 58. Enero-Abril / *Janeiro-Abril 2012*

SUMARIO / *SUMÁRIO*

MONOGRÁFICO: Educación para la cultura científica

MONOGRÁFICO: *Educação para a cultura científica*

Coordinadores: Óscar Macías Álvarez, Noemí Sanz Merino, Mariano Martín Gordillo
y Carlos Osorio M.

Introducción	7
<i>Introdução</i>	11
Javier Gómez Ferri, «Cultura: sus significados y diferentes modelos de cultura científica y técnica»	15
Noemí Sanz Merino y José A. López Cerezo, «Cultura científica para la educación del siglo XXI»	35
Walter Antonio Bazzo, «Cultura científica versus humanística: A CTS é o elo?»	61
Esperanza Asencio Cabot, «Una alternativa didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias»	81
Luciano Levin, Claudia Beatriz Arango y Mirian Elisabet Almirón, «De la mesa de laboratorio al celuloide: el cine en la enseñanza de las ciencias»	99
Omar Cantillo-Barraza, Mariana Sanmartino, Jorge Chica Vasco y Omar Triana Chávez, «Hacia el desarrollo de una cultura científica local para hacer frente a la problemática del Chagas Resultados preliminares de una experiencia con jóvenes de la región Caribe colombiana»	119

Myriam García Rodríguez, «La dimensión social de la cultura científica. Un caso ejemplar: Justus von Liebig»	135
Patrick de Miranda Antonioli, Alvaro Chrispino, Ángel Vázquez Alonso y Maria Antonia Manassero Mas, «Avaliação das atitudes das duas culturas em relação à aprendizagem da ciência»	151
Carmelo Polino, «Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas: Un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica»	167
Mariano Martín Gordillo y Carlos Osorio, «Comunidad de educadores iberoamericanos para la cultura científica. Una red para la innovación»	193

MONOGRÁFICO

EDUCACIÓN PARA LA CULTURA CIENTÍFICA
EDUCAÇÃO PARA A CULTURA CIENTÍFICA

PRESENTACIÓN

En este volumen se reúne un conjunto de contribuciones alrededor del tema de la cultura científica que incluye aproximaciones conceptuales, estudios de caso y propuestas de experimentación y mediciones, así como la presentación de algunos elementos de la experiencia iberoamericana promovida por la OEI sobre la cultura científica de los últimos años. Se trata, entonces, de un monográfico tan intenso en el tratamiento de los temas alrededor del tópico como variado en sus contribuciones.

Desde el punto de vista de los aportes y reflexiones sobre la dimensión conceptual, varios son los trabajos que nos ofrecen importantes contribuciones. El de Javier Gómez Ferri, «Significados de cultura y diferentes modelos de cultura científica y técnica», abre la discusión sobre un tema que por su carácter polisémico y próximo a otros campos del conocimiento como la divulgación y la alfabetización científicas, por citar solo dos de ellos, requiere de clarificación conceptual. En ese sentido, el artículo traza brevemente la procedencia del tema, señalando los puntos y aproximaciones comunes hoy día, y especialmente las implicaciones de la cultura científica en relación con las cuestiones educativas, políticas y sociales. De este modo, el autor logra identificar tres modelos básicos de cultura científica, ciertamente emparentados con la acepción misma de «cultura» en sentido general; se trata de los modelos canónicos, descriptivos y contextuales.

También en esta vía conceptual, la contribución de José A. López Cerezo y Noemí Sanz Merino, titulada «Cultura científica para la educación del siglo XXI», se propone fundamentar lo que significa una cultura científica capaz de enfrentar los retos del proceso educativo en una sociedad como la actual, atravesada por una economía basada en el conocimiento y, al mismo tiempo, surcada por el riesgo tecnocientífico. En este sentido, los autores destacan que los estudios en ciencia, tecnología y sociedad ofrecen perspectivas para reflexionar acerca de la cultura científica en el ámbito educativo, bien porque tales estudios proporcionan las herramientas conceptuales para entender las dinámicas de la producción misma del conocimiento, bien porque con ellos es posible aprender de las dinámicas de la participación social en cuestiones tecnocientíficas.

La referencia al tema educativo desde los enfoques CTS es también el tema abordado por Walter Antonio Bazzo en su artículo «Cultura científica *versus* humanística: a CTS é o elo?». En este caso, la cuestión de la cultura

científica constituye una manera de reflexionar sobre la sociedad moderna, especialmente sobre los alcances de una sociedad basada en el consumo que mediante un modelo educativo domestica a las personas y constriñe la capacidad de ser responsables del mundo en que vivimos. El autor recorre perspectivas conceptuales de pensadores menos vinculados con la tradición CTS, como es el caso de Erich Fromm, para señalar las coincidencias de sus ideas en relación con la preocupación de un mundo fuertemente signado por la ciencia y la tecnología. Nos presenta también a otros autores más recientes, como Benjamim Barber, que ponen el foco sobre la crisis del mundo mercantilista moderno, la que podría paliarse con la perspectiva de un acercamiento entre la cultura científica y la humanística gracias a la contribución de los estudios CTS.

En la misma línea del tema educativo en ciencias, Esperanza Asencio Cabot nos señala, en su trabajo «Una alternativa didáctica para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias», otras rutas posibles. La cultura científica escolar es un espacio de crisis, cuyos síntomas reflejan la apatía de los alumnos respecto del tema y el poco interés en proseguir estudios científicos, pese a que los jóvenes viven inmersos en un mundo demarcado por la ciencia y la tecnología. Al respecto, la autora nos enseña que otra forma de encarar la cuestión educativa es posible. Para ello se propone mostrarnos las bondades de un modelo didáctico basado en la dinamización que, como ella misma aclara, constituye un enfoque integral y sistémico del proceso de aprendizaje, relacionado con el funcionamiento de los métodos, formas, medios y procesos de evaluación, los cuales potencian el aprendizaje autónomo y autorregulado, atendiendo a las particularidades de los alumnos y especialmente a sus contextos de actuación.

En la línea de las cuestiones didácticas, como parte de la preocupación por la cultura científica escolar, el artículo de Luciano Levin, Claudia Beatriz Arango y Mirian Elisabet Almirón «De la mesa de laboratorio al celuloide. El cine en la enseñanza de las ciencias» nos aporta recursos importantes. En este trabajo se destaca el papel que puede desempeñar el cine, especialmente el de ciencia ficción, para una enseñanza de las ciencias novedosa y más motivadora. Mediante el cine se pueden situar y visibilizar los temas científicos en contextos sociales, materiales y políticos. Los autores proponen esta estrategia bajo el nombre de «prototipo diegético».

Otra clase de aportes se orientan más a los estudios de caso, sin que por ello se pueda decir que no contienen una perspectiva conceptual. Por el contrario, es aquí donde lo conceptual se articula con una praxis específica, como en el trabajo de Omar Cantillo-Barraza, Mariana Sanmartino, Jorge Chica Vasco y Omar Triana Chávez «Hacia el desarrollo de una cultura científica local para hacer frente a la problemática del Chagas. Resultados

preliminares de una experiencia con jóvenes de la región Caribe colombiana». En este sentido, a partir de un fenómeno que parecía localizado en el lenguaje de la salud y la enfermedad pero que ahora se enriquece gracias a otros recursos conceptuales, los autores destacan la importancia de los temas de la participación comunitaria y el afianzamiento de una cultura científica alrededor de la problemática del Chagas, teniendo como referentes a los estudiantes de educación secundaria de una región colombiana en tanto mediadores del contexto social.

También en esta línea de casos en donde se articula lo conceptual en contextos determinados, se encuentra el trabajo de Myriam García Rodríguez, «La dimensión social de la cultura científica. Un caso ejemplar: Justus von Liebig». La autora propone el análisis basado en la reconstrucción de procesos históricos para identificar las variables sociales, políticas y económicas que permiten entender la relación entre ciencia y cultura, tanto en la dimensión personal como institucional. A partir de una semblanza de von Liebig nos muestra cómo los individuos pueden aprender a relacionarse con la ciencia y la tecnología en contextos sociales. Con este caso de historia de las ciencias, la autora nos presenta lecciones y consideraciones para la construcción de la cultura científica.

En la línea de las mediciones, dentro de este monográfico sobre cultura científica, se cuenta con dos importantes contribuciones. Por un lado, la de Patrick de Miranda Antonioli, Alvaro Chrispino, Ángel Vázquez Alonso y Maria Antonia Manassero Mas: «Avaliação das atitudes das duas culturas em relação à aprendizagem da ciência». En este caso, se analizan los resultados obtenidos a partir de una evaluación de las actitudes de aprendizaje de la ciencia en estudiantes universitarios y profesores, con apoyo del «Cuestionario de opiniones sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad COCTS», mediante el cual es posible identificar y comprender aspectos esenciales de la cultura científica y humanista de los encuestados, así como identificar estrategias y vías posibles para favorecer un aprendizaje de mayor calidad sobre las ciencias y las carreras científicas.

Por el otro lado, se encuentra la presentación que nos hace Carmelo Polino: «Las ciencias en el aula y el interés por las carreras científico-tecnológicas. Un análisis de las expectativas de los alumnos de nivel secundario en Iberoamérica». El trabajo nos acerca, en primer lugar, una síntesis de los resultados de la aplicación de una encuesta iberoamericana enfocada a conocer las percepciones que tienen los estudiantes sobre las profesiones científicas al final de su bachillerato y, en segundo lugar, además de otros temas de interés relacionados con la cultura científica de los jóvenes, nos presenta también puntos de discusión para afrontar de forma coordinada los problemas de calidad educativa y de políticas de promoción de las carreras

científicas. Tales consideraciones resultan muy oportunas, toda vez que los resultados de la encuesta señalan que en una proporción muy elevada de los estudiantes no está instalada de manera significativa la idea de que la ciencia pueda ser una profesión a elegir.

Para finalizar, tenemos que referirnos a otra contribución: se trata del artículo «Comunidad de educadores iberoamericanos para la cultura científica. Una red para la innovación» de Mariano Martín Gordillo y Carlos Osorio. En él se hace una presentación del proyecto iberoamericano que ha dado origen a la construcción de esta comunidad de educadores y se muestran los antecedentes, el desarrollo de los materiales de divulgación y de trabajo en el aula, así como también algunas estadísticas y reflexiones sobre las experiencias de los docentes dentro de este proceso.

*Óscar Macías Álvarez,
Mariano Martín Gordillo,
Carlos Osorio M. y
Noemí Sanz Merino*

APRESENTAÇÃO

Neste volume reúnem-se diversas contribuições acerca do tema da cultura científica. Desde aproximações conceituais, estudos de caso e propostas de experimentação, medições sobre o tema, assim como a apresentação de alguns elementos da experiência iberoamericana promovida pela OEI sobre o tema da cultura científica nos últimos anos. Trata-se, portanto, de um monográfico intenso, não só quanto ao tratamento dos temas ao redor da cultura científica, como variado em suas contribuições.

Do ponto de vista da ampliação de ideias e da reflexão sobre a dimensão conceitual, vários trabalhos constituem importantes contribuições. Por um lado, o trabalho de Javier Gómez Ferri, «Cultura: seus significados e diferentes modelos de cultura científica e técnica», abre a discussão sobre um tema que, por seu caráter polissêmico e próximo a outros campos do conhecimento, como a divulgação e a alfabetização científicas, por citar somente dois, requer esclarecimento conceitual. Neste sentido, o artigo traça, brevemente, a procedência do tema, assinalando os pontos e aproximações comuns hoje em dia, e especialmente as implicações da cultura científica em relação com as questões educativas, políticas e sociais. Deste modo, o autor consegue identificar três modelos básicos de cultura científica, certamente emparentados com o próprio conceito de «cultura» no sentido geral; trata-se dos modelos canônicos, descritivos e contextuais.

Também nesta via conceitual, a contribuição de José A. López Cerezo e Noemí Sanz Merino: «Cultura científica para a educação do século XXI», propõe-se fundamentar o que significa uma cultura científica capaz de enfrentar os desafios do processo educativo em uma sociedade como a atual, atravessada por uma economia baseada no conhecimento e ao mesmo tempo surcada pelo risco tecnocientífico. Neste sentido, os autores destacam que os estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade oferecem perspectivas para se refletir sobre a cultura científica no âmbito educativo, bem seja porque tais estudos proporcionam as ferramentas conceituais para se entender a dinâmica da própria produção do conhecimento; bem porque, com eles, é possível aprender a partir da dinâmica da participação social em questões tecnocientíficas.

Ao mesmo tempo, a referência ao tema educativo a partir dos enfoques CTS faz parte da preocupação de Walter Antonio Bazzo. Trata-se do artigo: «Cultura científica versus humanística: a cts é o elo?» Neste caso, o

tema da cultura científica constitui um modo de refletir sobre a sociedade moderna, especialmente sobre os alcances de uma sociedade baseada no consumo, que, mediante um modelo educativo, domestica as pessoas e constringe a sua capacidade de ser responsável no mundo em que vivemos. O autor percorre perspectivas conceituais de pensadores menos vinculados à tradição CTS, como é o caso de Erich Fromm, para assinalar as coincidências de suas ideias em relação às preocupações de um mundo fortemente marcado pela ciência e pela tecnologia. Aponta-nos também outros autores mais recentes, como Benjamim Barber, que põem o dedo na chaga sobre a crise do mundo mercantilista moderno; crise que poderia ser paliada com a perspectiva de uma aproximação entre cultura científica e humanística, graças à contribuição dos estudos CTS.

12 Nesta mesma linha de objetos de intervenção, como o tema educativo na ciência, Esperanza Asencio Cabot, com seu trabalho: «Uma alternativa didática para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem da ciência», aponta-nos rotas possíveis. A cultura científica escolar é um espaço de crise, os sintomas que temos dela refletem a apatia dos escolares perante o tema e o pouco interesse em prosseguir estudos científicos, apesar de viverem rodeados de um mundo demarcado pela ciência e pela tecnologia. A esse respeito, a autora nos mostra que outra forma de encarar a ciência na educação é possível. Para isso propõe-se demonstrar as bondades de um modelo didático baseado na dinamização. Dinamização essa que, como ela mesma esclarece, constitui um enfoque integral e sistêmico do processo de aprendizagem, relacionado com o funcionamento dos métodos, formas, meios e processos de avaliação, os quais potenciam a aprendizagem autônoma e autorregulada, tendo em mira a particularidade de cada aluno e especialmente os contextos de atuação.

Na linha das questões didáticas, como parte da preocupação pela cultura científica escolar, o artigo de Luciano Levin, Claudia Beatriz Arango e Mirian Elisabet Almirón, «Da mesa do laboratório ao celulóide. O cinema no ensino da ciência», oferece-nos recursos importantes. No seu trabalho, destaca-se o papel que o cinema pode ter, especialmente o cinema de ficção científica, para o ensino de uma ciência novedosa e com maior motivação. Mediante o cinema é possível situar os temas científicos nos contextos sociais, materiais e políticos. Os autores propõem esta estratégia sob o nome de «protótipo diegético».

Outro tipo de contribuições no monográfico se orientam mais aos estudos de caso, sem que por isso se possa dizer que não contenham uma perspectiva conceitual. Pelo contrário, é justamente aqui onde o conceitual se articula com uma práxis específica, como no trabalho de Omar Cantillo-Barraza, Mariana Sanmartino, Jorge Chica Vasco e Omar Triana Chávez: «Com vista ao

desenvolvimento de uma cultura científica local a fim de enfrentar a problemática da Doença de Chagas». Resultados preliminares de uma experiência com jovens da região colombiana do Caribe. Resultados preliminares de uma experiência com jovens da região caribenha colombiana. Estamos aqui para entender um fenômeno que parecia localizado na linguagem da saúde e da doença, mas agora se enriquece graças a outros recursos conceituais. Neste sentido, os autores destacam a importância da participação comunitária e do aprofundamento de uma cultura científica ao redor da problemática da Doença de Chagas, tendo como referentes as crianças da educação de nível médio de uma região colombiana como mediadores do contexto social.

Também nesta linha de casos, em que se articula o conceitual em contextos situados, encontra-se o trabalho de Myriam García Rodríguez. «A dimensão social da cultura científica, um caso exemplar: Justus von Liebig». A autora propõe uma análise baseada na reconstrução de processos históricos para identificar as variáveis sociais, políticas e econômicas que permitem entender a relação entre ciência e cultura, tanto na dimensão pessoal como institucional. A partir do trabalho de von Liebig, ela nos mostra como os indivíduos podem aprender a se relacionar com a ciência e a tecnologia em contextos sociais. Com este caso de história da ciência, a autora nos propõe lições e considerações para a construção da cultura científica.

Na linha das medições, dentro do monográfico sobre cultura científica, contamos com duas importantes contribuições. Por um lado, a de Patrick de Miranda Antonioli, Alvaro Chrispino, Ángel Vázquez Alonso e Maria Antonia Manassero Mas: «Avaliação das atitudes das duas culturas em relação à aprendizagem da ciência». Neste caso, verificam-se os resultados obtidos a partir de uma avaliação das atitudes de aprendizagem da ciência por parte de estudantes universitários e professores, com o apoio do «Questionário de opiniões sobre a ciência, a tecnologia e a sociedade COCTS». Mediante o questionário é possível identificar e compreender aspectos essenciais da cultura científica e humanista dos entrevistados, assim como identificar estratégias e vias possíveis que favoreçam uma aprendizagem de maior qualidade sobre a ciência e os cursos científicos.

Também a respeito das medições, encontra-se a apresentação que nos faz Carmelo Polino: «A ciência na sala de aula e o interesse pelos cursos científico-tecnológicos, uma análise das expectativas dos alunos de nível médio na América ibérica». O trabalho, além de nos apresentar uma síntese dos resultados de aplicação de uma pesquisa iberoamericana sobre a percepção que os estudantes têm sobre as profissões científicas, ao final de seus estudos de nível médio, propõe-nos também pontos de discussão para enfrentar de forma coordenada os problemas da qualidade educativa e de políticas de promoção dos cursos científicos, ademais de outros temas de

interesse relacionados com a cultura científica dos jovens. Tais considerações resultam muito oportunas, já que os resultados da pesquisa assinalam que, em uma proporção muito significativa, os estudantes não têm uma ideia clara de que a ciência possa ser uma profissão a escolher.

Para finalizar esta apresentação do monográfico, temos que nos referir a outra contribuição. Trata-se do artigo: «Uma rede para a inovação: Comunidade de Educadores Iberoamericanos para a Cultura Científica», de Mariano Martín Gordillo e Carlos Osorio. No texto, apresenta-se o projeto iberoamericano que deu origem à construção desta comunidade de educadores. O artigo nos mostra os antecedentes, o desenvolvimento dos materiais de divulgação e de trabalho em sala de aula, assim como algumas estatísticas e reflexões sobre as experiências dos docentes nesse processo.

*Óscar Macías Álvarez,
Mariano Martín Gordillo,
Carlos Osorio M. y
Noemí Sanz Merino*

CULTURA: SUS SIGNIFICADOS Y DIFERENTES MODELOS DE CULTURA CIENTÍFICA Y TÉCNICA

Javier Gómez Ferri *

SÍNTESIS: La expresión «cultura científica», cada vez más en uso, puede ser considerada una modernización o actualización, acorde a la sociedad del conocimiento, nominal o terminológica de palabras y de prácticas anteriores en educación y comunicación científica. Con esta nueva expresión se sortean restricciones e inconvenientes de expresiones anteriores, y se obtiene el beneficio del sentido positivo que el término «cultura» posee, cuya incorporación, sin embargo, también tiene inconvenientes. Transforma el marco conceptual existente dando lugar a un campo semántico nuevo que hereda los problemas que derivan de la polisemia de dicho término. Las diferentes acepciones del significante «cultura» expresan concepciones distintas de las relaciones de poder y saber en sociedad que se trasladan al campo conceptual de la cultura científica. Las implicaciones que para esta última tiene el uso de cada uno de esos significados deben ser exploradas y analizadas. A partir de una clasificación en tres sentidos básicos de «cultura» (humanístico, antropológico y sociológico) identificamos, respectivamente, tres modelos de cultura científica: un modelo canónico, un modelo descriptivo y un modelo contextual, con diferentes alcances e implicaciones educativas, políticas y sociales.

Palabras clave: sociedad del conocimiento; comprensión pública de la ciencia; sociología de la cultura; sociología del conocimiento.

CULTURA: SEUS SIGNIFICADOS E DIFERENTES MODELOS DE CULTURA CIENTÍFICA E TÉCNICA

SÍNTESE: A expressão «cultura científica», cada vez mais em uso, pode ser considerada uma modernização ou uma atualização, de acordo com a sociedade do conhecimento, nominal ou terminológica de palavras e de práticas anteriores em educação e comunicação científica. Com esta nova expressão evitam-se restrições e inconvenientes das expressões anteriores, e se obtém o benefício do sentido positivo que o termo «cultura» possui, cuja incorporação, no entanto, também tem inconvenientes. Transforma o contexto conceitual existente, dando lugar a um campo semântico novo que herda os problemas derivados da polissemia deste termo. As diferentes aceções do significante «cultura» expressam concepções diferentes das relações de poder e saber na sociedade que, por sua vez, se trasladam

* Docente en el Departamento de Sociología y Antropología Social de la Universidad de Valencia, España.

ao campo conceitual da cultura científica. As implicações que o uso de cada um destes significados tem para esta cultura devem ser exploradas e analisadas. A partir de uma classificação em tres sentidos básicos de «cultura» (humanístico, antropológico e sociológico) identificamos três modelos de cultura científica, respectivamente: um modelo canônico, um modelo descritivo e um modelo contextual, com diferentes alcances e implicações educativas, políticas e sociais.

Palavras-chave: sociedade do conhecimento; compreensão pública da ciência; sociologia da cultura; sociologia do conhecimento

CULTURE: MEANINGS AND DIFFERENT MODELS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL CULTURE

ABSTRACT: The expression «scientific culture», which is increasingly in use can be considered a modernization or update, in line with the knowledge-based society, nominal or terminological of words and of previous practices in education and scientific communication. With this new expression it evades restrictions and disadvantages of previous expressions, and gets the benefit of the positive sense that the term «culture» has, whose incorporation, however, also has drawbacks. It transforms the conceptual framework already existing giving rise to a new semantic field that inherits the problems arising from the polysemy of the term. The different meanings of «culture» significant express different conceptions of power relations and knowledge in society that are moving to the conceptual field of scientific culture. The implications that for the latter has the use of each of those meanings must be explored and analysed. From a classification into three basic senses of «culture» (humanistic, anthropological and sociological) we have identified, respectively, three models of scientific culture: a canonical model, a descriptive model and a contextual model, with different scopes and educational, political and social implications.

Keywords: Knowledge-based society; public understanding of science; culture sociology; knowledge sociology.

1. CULTURA CIENTÍFICA: LA GRAN APUESTA CIENTÍFICA DEL SIGLO XXI

La expresión «cultura científica» ha calado con éxito en el ámbito de la educación científica y tecnológica de la población en general con la finalidad de lograr una ciudadanía informada que aprecie el desarrollo del conocimiento y lo utilice para comprender y participar en el mundo en que vivimos¹. En la mayoría de las sociedades, las bases del conocimiento cien-

¹ La inclusión o no de lo tecnológico, tanto en la denominación como en las acciones educativas, es una cuestión por resolver. Por ser más corta y también por ser la expresión predominante, aquí optamos por emplear «cultura científica». No obstante, se tiene presente que en la mayoría de casos lo mejor sería hablar de «cultura tecnocientífica» o de «cultura científica y tecnológica», debido a la imbricación que existe actualmente entre ciencia y tecnología, por más que haya situaciones y casos que todavía permitan distinguir entre ambas actividades creativas y cognitivas.

tífico y técnico se aprenden en la escuela, pero los déficits de escolaridad de parte de la población, unidos a la acelerada dinámica de la ciencia y la tecnología, que no cesan de generar nuevos saberes, hacen necesario que las actividades de difusión del conocimiento científico y técnico se extiendan fuera de las aulas más allá del mero entretenimiento. A pesar de ello, la consolidación e institucionalización de la cultura científica como ámbito de actividades y de reflexión para tal fin, es más bien reciente. La aplicación de políticas públicas destinadas a la promoción y fomento de aquella más allá del terreno escolar, cuenta con poco más de una década. En este breve espacio de tiempo, gobiernos, organismos internacionales e instituciones de investigación dedican cada vez más recursos y esfuerzos a la tarea de extender la cultura científica entre la ciudadanía. Sin embargo, el origen de la expresión no es tan reciente. A lo largo del siglo XX, la expresión «cultura científica» se usó con significados diversos que poco tienen que ver con el actual, ni tampoco mucho entre sí. Ejemplos de ello pueden ser los de Dollard (1935), Bachelard (1949), Snow (1959) o Barnes y Shapin (1979).

En concreto, está emparentada con formas anteriores de difusión del conocimiento científico, como la divulgación de la ciencia y la alfabetización científica, cuya conexión es tan fuerte que el hecho de hablar de cultura científica puede considerarse una denominación nueva para una vieja actividad. De hecho, reflexiones anteriores de referencia como, por ejemplo, las de Miller (1983, 1998) y Laugksch (2000), deben considerarse contribuciones plenamente significativas y transferibles, al menos parcialmente, a la reflexión teórica sobre la cultura científica. Se trataría de una actualización o modernización nominal que estaría en sintonía con los cambios producidos: en el ámbito comunicacional, por las nuevas tecnologías; en el pedagógico, por los nuevos enfoques de aprendizaje; en el político, por una sociedad civil más activa y reivindicativa, y en conjunto con la centralidad del conocimiento experto en prácticamente cualquier faceta de la vida social.

El problema se plantea porque la adopción del concepto «cultura» transforma los marcos conceptuales anteriores, dando lugar a un campo semántico nuevo que, además, se bifurca en diferentes líneas de significación debido a la polisemia de dicho concepto. De este modo, el útil propósito de establecer un modelo teórico para medir empíricamente la cultura científica con el fin de llegar a una serie de indicadores, como el que han propuesto Godin y Gingras (2000), continuando el trabajo seminal de Miller (1983, 1998), ha de tener presente que en la práctica existen diferentes modelos de ella, como aquí expondremos.

Desde el punto de vista terminológico, la expresión «cultura científica» con significados cercanos a los actuales se encuentra a partir de la década de 1970 en países francófonos, especialmente Francia y Canadá. Allí

se aplica a determinados espacios culturales, especialmente a los llamados «centros de cultura científica, técnica e industrial». Junto a estos centros, el otro gran disparadero del concepto tiene lugar en el ámbito anglosajón, a raíz del informe Bodmer, aunque dicha expresión solo aparece en él una vez, y muy de pasada (BODMER, 1985, p. 18). A pesar de ello, el mencionado informe sienta las bases para la expansión del concepto de cultura científica y la creación de una necesidad en el ámbito de las relaciones ciencia-sociedad: hablamos de la comprensión pública de la ciencia (*public understandig of science [PUS]*). El mensaje que allí se reitera es que «todo el mundo necesita alguna comprensión de la ciencia, sus logros y sus limitaciones», y que los actores sociales implicados deben involucrarse activamente en dicho cometido (BODMER, 1985). Así, a partir del diagnóstico y las recomendaciones que se realizan en tal informe, dos años más tarde se crea el Comité para la Comprensión Pública de la Ciencia (COPUS), auspiciado por varios organismos y organizaciones científicas, favoreciendo el surgimiento de la comprensión pública de la ciencia como campo e incluso como movimiento (GREGORY y MILLER, 1998; BAUER, ALLUM y MILLER, 2007). En él son claramente perceptibles dos vertientes: la más práctica y de mayor proyección social, se ocupa de la extensión o promoción del conocimiento sobre ciencia y tecnología entre la ciudadanía, y cuenta con dos ámbitos principales, el de los sistemas de enseñanza formal y el de los medios de comunicación. La otra vertiente, más académica, se centra en el estudio y evaluación de los niveles de aceptación, interés y conocimiento de la ciencia y la tecnología entre el público o en sociedad. Ambas vertientes, a veces más conectadas, a veces menos, conforman el núcleo central del ámbito de la cultura científica.

Aun así, la configuración del ámbito de la cultura científica es bastante variable según los países y hay aportes que pueden tener mayor o menor presencia en él. Entre ellos se debe mencionar de manera especial tanto la enseñanza y didáctica de las ciencias como también el movimiento de estudio social de la ciencia conocido como STS, entendido bien como *science and technology studies*, o bien como *science, technology and society* (GÓMEZ FERRI e ILERBAIG, 1990; ILERBAIG, 1992). Este movimiento, que inicialmente se implantó a través de programas interdisciplinarios de estudios en los centros de educación superior, tiene cada vez más peso en las enseñanzas secundaria y primaria (ACEVEDO, 1996; VILCHES y FURIÓ, 1999; MARTÍN GORDILLO y OSORIO, 2003).

Con tales antecedentes, la expresión «cultura científica» empieza a ser prolífica a principios de los años noventa en el mundo anglosajón y, a finales del siglo, en el iberoamericano, quedando en menos de una década implantada en los ámbitos educativo y de política pública de la ciencia. No obstante, esta implantación no ha venido acompañada de una suficiente clarificación teórica y conceptual de la expresión. No quiere esto decir que

no la haya habido en absoluto. Como ya hemos señalado, son diversos los autores que se han interesado y ocupado de ello, y el ámbito iberoamericano no es una excepción a ese interés: Gomez Ferri e Ilerbaig (1990); Quintanilla (1998); Berlanga (1998); Pardo (2001); Muñoz (2002); Aibar y Quintanilla (2002); Vaccarezza y otros (2003); Vaccarezza (2008); Vogt (2003, 2012); Vogt y otros (2008); Martín Gordillo y Osorio (2003); Polino (2003); Semir (2003); Pardo y Calvo (2004); Acevedo (2004); López Cerezo (2005); López Cerezo y Cámara (2005); Sebastián (2006); Quintanilla (2010); Montañés (2010); Pérez Iglesias (2011). Sin embargo, no queda claro qué es esa cultura científica que hay que transmitir y evaluar, eso que todo el mundo debería saber sobre ciencia o la ciencia que todo el mundo debería saber. No se ha determinado si abarca toda la ciencia y todas las ciencias o no, aunque por los sesgos que se detectan la respuesta es manifiesta: solo las ciencias naturales, más la matemática.

Asimismo, en relación con la extensión del fenómeno, tampoco se ha explicitado cuál es la vinculación que tiene la actividad científica con otros fenómenos cognitivos a los que está muy próxima –tanto que a veces no pueden separarse– como es el caso de la tecnología. Con respecto al contenido, tampoco está claro cuál es el referente. Si se refiere a la cultura científica *de* la ciencia y los científicos, a la cultura *a través* de la ciencia, o a la cultura científica *del* público, o *para* el público. O es todo ello, como expone Vogt (2008, 2012) y Vogt y otros (2003).

En cuanto a los objetivos, y más allá de declaraciones genéricas que consideran el fomento y extensión de la cultura científica entre la población como una prioridad nacional, estos se hallan claramente polarizados en dos frentes, uno formado por quienes se decantan por el objetivo cívico-político y el otro por los que lo hacen por el político-económico. Para los primeros lo relevante es la apropiación social del conocimiento, encaminada a la autonomía y participación democrática de los ciudadanos en asuntos de ciencia y tecnología, mientras que para los segundos es incrementar la competitividad y productividad de cada uno de sus países y, en consecuencia, el bienestar y la prosperidad social que se pudieran derivar.

En definitiva, y sin que por ello hayamos mencionados todos los dilemas y fracturas que puedan darse, la respuesta a la pregunta «¿qué es esa cosa llamada cultura científica?» queda aún demasiado abierta. Desde nuestro punto de vista, por más que en el campo de la cultura científica reinen la unidad y la tranquilidad, estas son solo aparentes, pues subyace una serie de diferencias que refleja concepciones diferentes sobre la ciencia, la enseñanza, el poder y el conocimiento en la sociedad. En relación con ello, sostenemos que esas diferencias están recogidas en los diferentes sentidos del concepto de cultura, un concepto ambiguo debido a su polisemia, pero

que se utiliza como si solo tuviera un significado, y este fuera neutro. De ahí que nuestra propuesta sea la de explorar las implicaciones que para la cultura científica tiene el uso de cada uno de los significados de cultura, y detallar los modelos que se derivan de cada caso.

Ciertamente todos los actores y grupos involucrados coinciden a la hora de considerar que la «ciencia es cultura». El problema es la manera distinta de entender lo cultural: bien como conocimiento útil o meramente enciclopédico que la población debe poseer; bien que los científicos, en cuanto comunidad, tienen sus propias normas, valores y mecanismos de funcionamiento; bien que los factores culturales influyen en la ciencia, o bien el modo particular en que la ciencia es apropiada por el público. Al plantear esto no pretendemos cuestionar el concepto de cultura científica, sino someterlo a una clarificación y a una depuración con el fin de que se sepa de qué se está hablando cuando se habla de cultura científica, así como cuando esta se mide, fomenta o transmite. Como acabamos de señalar, esa clarificación supone tratar de identificar y explicitar los distintos modelos existentes de cultura científica y sus agendas.

2. LOS SENTIDOS DE CULTURA Y LA CULTURA CIENTÍFICA

El término «cultura», proveniente de las voces latinas *colo, colis, colere*, que aluden semánticamente tanto al cultivo como al cuidado, primero se aplicó a la acción humana relacionada con las distintas formas de cultivar la tierra, la *agriculturae*, extendiéndose luego a otro tipo de prácticas de índole material. Un salto semántico significativo se produjo cuando, con un uso metafórico, se traslada al cuidado del alma o el espíritu, *cultura animi*, dando lugar al sentido religioso (culto) como también al de formación y desarrollo de la persona en las facetas estética e intelectual que predomina actualmente.

La realidad es que el término «cultura» es un cajón de sastre: se usa con muy diversos significados (WILLIAMS, 1981; ARIÑO, 1997). Por ejemplo, para designar y aludir a entidades muy disímiles como organismos políticos, a los denominados ministerios o consejerías; a un centro muy concreto donde se desarrollan un determinado tipo de actividades: la Casa de la cultura; a una amplia variedad de prácticas artísticas pero también no artísticas, como la puericultura o la piscicultura, por citar solo dos casos; a un tipo de herencia común que se considera especialmente valiosa: el patrimonio cultural; a una gran posesión de conocimientos y a un agregado humano, como sinónimo de civilización en cuanto agrupación histórica de sociedades en un espacio y tiempo dados como la cultura occidental, por ejemplo.

Dada la pluralidad de usos y significados existente en torno al concepto «cultura», estos se han intentado organizar a través de diversas clasificaciones. Siguiendo a Antonio Ariño (1997) recurriremos a una de esas clasificaciones, la que distingue entre tres sentidos de cultura.

- **El sentido humanístico.** En él confluyen lo pedagógico y lo estético como dos dimensiones básicas. Es decir, sería el conjunto de saberes básicos y normas de comportamiento de una determinada sociedad. Curiosamente, ambos aspectos, conocimientos y normas, se aúnan en expresiones como «tener educación» o «ser educado». No obstante, el ámbito socialmente más visible de este primer sentido ha sido el ligado al arte.
- **El sentido antropológico o etnológico.** También extendido en el uso común, este caso se emplea para hacer referencia al conjunto o modo global de vida de un grupo humano y, por extensión, a los componentes de ese grupo humano. Este sentido se ha hecho patente en un mundo cada vez más globalizado con las relaciones y conflictos que plantea la convivencia entre grupos de culturas diferentes, lo cual se refleja en la extensión de términos como «diversidad cultural», «multiculturalismo», «pluriculturalismo» o «interculturalismo».
- **El sentido sociológico.** A partir de este sentido podemos aproximarnos a la cultura como una gran esfera o campo de la sociedad, un campo de producción y transmisión de formas simbólicas, con lo que ello implica de prácticas, creencias, normas y objetos sociales. En gran medida, comporta una visión analítica y sistémica del concepto; aunque también podríamos denominarlo «social».

Parte de la problemática actualmente vinculada al concepto «cultura científica» deriva de la polisemia del término «cultura», porque se está dando por sentada una univocidad que el mismo no tiene, empleándose sin especificar con qué sentido se está usando y, por tanto, cuál es su referente. Lo que queremos destacar aquí es que cada uno de estos tres sentidos conforma un modelo distinto de cultura científica, a los cuales aquí vamos a denominar, respectivamente, canónico, descriptivo y contextual.

2.1 LA CULTURA EN EL SENTIDO HUMANÍSTICO Y EL MODELO CANÓNICO DE CULTURA CIENTÍFICA

Como hemos adelantado, el significado humanístico de «cultura» está relacionado con el ideal de perfeccionamiento y logro del ser humano,

lo cual es expresión de los gustos y preferencias de la clase o las clases dominantes, aunque esto prácticamente solo se vislumbra si nos distanciamos mínimamente de la realidad a través de su análisis en lugar de dar por sentado de forma acrítica el valor de determinadas prácticas y conocimientos sociales y considerarlas como algo dado.

El paradigma del sentido humanístico de cultura lo encontramos en la caracterización que hace el poeta y pensador victoriano Matthew Arnold en su obra *Cultura y anarquía* (1869):

La cultura es la gran ayuda para las dificultades presentes, es la búsqueda de nuestra total perfección mediante el conocimiento de todos los asuntos que más nos conciernen, lo mejor que ha sido pensado y dicho en el mundo (WILLIAMS, 1958, p. 125).

Este primer sentido es el más extendido socialmente. Refleja lo que la mayoría de miembros de una sociedad considera e identifica como culto y como cultura, designando y valorando determinados objetos, fenómenos y manifestaciones especiales. Por la amplitud de su uso, podríamos considerarlo el sentido popular del término. Sin embargo, como hemos anticipado, es el menos riguroso ya que opera sobre unos mecanismos y principios de inclusión-exclusión de los que no se es consciente, y que solo salen a la luz a través del análisis estético, histórico, sociológico, filosófico o antropológico. A través de ese análisis se nos revela que lo que es considerado cultura es, precisamente, lo que los grupos dominantes de una sociedad aprecian y valoran, y que se convierte en modelo y ejemplo para el resto de la sociedad, siendo expresión de los gustos, prácticas, conocimientos y posibilidades de estas clases. Por ello a veces se la califica como «alta cultura».

22

Lo que es culto, y por tanto la cultura, en este primer sentido es, pues, una selección no enteramente caprichosa, pero sí arbitraria de una serie de objetos, contenidos y actividades que son clasificadas en una jerarquía superior-inferior. Su selección es expresión de poder social y su posesión o capacidad de entendimiento y disfrute otorga a los actores sociales un capital que proporciona recursos y posibilidades de distinción y separación entre grupos (BOURDIEU, 1979). En este sentido, también es normativo o valorativo, ya que mientras rebaja, menosprecia o rechaza los gustos, conocimientos o prácticas del resto de grupos y clases sociales, los cuales son calificados como populares, inferiores, vulgares, rudos o, simplemente, incultos; por oposición, ensalza los de los grupos o clases dominantes.

Así pues, la cultura, en el sentido humanístico, es un factor de distinción social, no solo en lo que concierne a ser «distinto» sino también a ser «distinguido». Es un marcador de estatus de unos grupos sociales sobre otros, lo cual refleja lo que ocurre en la sociedad respecto a la posesión del

conocimiento científico; una realidad social que pone muy caro el noble ideal de extender la cultura científica entre toda la ciudadanía.

Lo científico, a pesar de que casa perfectamente con la caracterización que Arnold hace de cultura, no ha tendido a ser considerado una práctica o un contenido de primer orden dentro de ella. Como señalan Gregory y Miller (1998, pp. 15-16) la prevalencia de las actividades y contenidos relacionados con la creación artística y cierto tipo de conocimientos han relegado la ciencia a un plano secundario. Esa era una de las causas del archiconocido malestar de C. P. Snow (1959). Sin embargo, con la institucionalización del fomento y promoción de la cultura científica, ese desencuentro histórico comienza a repararse, pero quizá de forma inapropiada.

El hecho de que, hoy por hoy, sea el sentido humanístico de cultura el que se utilice de referente para establecer las bases del modelo dominante de cultura científica es una manifestación de las relaciones de poder y dominación en el seno de las sociedades contemporáneas. Cuando se reivindica y concibe la cultura científica basándose en este sentido humanístico, lo que se prima en valorar es, junto a la sensibilidad y el aprecio por la ciencia y el método científico, un tipo de conocimiento erudito en cuanto posesión de una serie de conocimientos científicos descontextualizados y, a veces, anecdóticos y fosilizados. En suma, una selección parcial de conocimientos que responde a una imagen de la ciencia estereotipada, reificada e idealizada, bastante alejada de la práctica real y del contexto en que se realiza, así como de los problemas sociales, éticos o medioambientales a que da lugar. A diferencia de lo que ocurre en otras actividades culturales, no están aceptados ni el disenso ni la crítica de la ortodoxia.

Básicamente, en este primer sentido el concepto de «cultura científica» tiene que ver con transmitir y poseer información de lo que se conoce como «ciencia de manual». Debido a ello son diversos los autores que han subrayado el reduccionismo y el simplismo de este modelo dominante de cultura científica (LÓPEZ CERREZO, 2005; QUINTANILLA, 2010). Este primer modelo es más una forma de remarcar y mantener las diferencias y distancias sociales que de «acercar la ciencia a la sociedad»; aunque no sea lo que de manera consciente y deliberada se pretenda, y de que las declaraciones de intenciones vayan en sentido contrario.

El predominio del sentido humanístico de cultura, así como de algunos de los rasgos y consecuencias que de él se derivan, como son su elementalidad, la mayor facilidad de su difusión, de concreción en el currículo escolar y también de medición empírica, sumado a las pretensiones de reconocimiento social para los científicos y aspiración a una mayor legitimidad social, son todos factores que favorecen la implantación de este

primer modelo por delante de los dos siguientes. El problema, como veremos, es que el propio acceso al conocimiento por parte de los actores sociales lo ponen permanentemente en cuestión.

2.2 LA CULTURA EN SENTIDO ANTROPOLÓGICO Y EL MODELO DESCRIPTIVO DE CULTURA CIENTÍFICA

Por su extensión, el segundo gran sentido del término «cultura» es el antropológico (o etnológico), por referirse al modo de vida de un grupo humano, o también de sus miembros, en cuanto pueblo o etnia. El primero que dio una caracterización de este significado fue el antropólogo británico E. B. Tylor en 1871, quien definió la cultura como

[...] aquel todo complejo que incluye conocimientos, creencias, artes, leyes, moral, costumbres y cualquier otra capacidad y hábitos adquiridos por el hombre en cuanto miembro de una sociedad (ARIÑO, 1997).

Nos hallamos ante una definición descriptiva de carácter enumerativo en la que destaca el carácter aprendido de la cultura y su transmisión de una generación a otra en un contexto local, así como la multiplicidad de aspectos que la componen. A la definición se le pueden poner algunos peros: por ejemplo, echar en falta la inclusión de la dimensión material, así como señalar el hecho de que la cultura es fuente de sentido y de identificación simbólica para los miembros de la colectividad que la tienen por suya. De hecho, las revisiones que del concepto se han efectuado con posterioridad han tendido a enfatizar que la cultura, en cuanto sistema de símbolos, es el código compartido de la vida social de un grupo.

Si en el significado humanístico de cultura se constataba que esta era concebida como algo selectivo, elitista y vertical, en este otro significado es horizontal, universal y omnicomprensiva. De manera abstracta abarca todo lo que es esencialmente humano; aunque en su concreción siempre es particular, puesto que los seres humanos son socializados o enculturados dentro de un grupo. Es decir, no hay seres humanos incultos (salvo el caso excepcional de niños ferinos). En este segundo sentido lo culto no se opone a lo inculto, sino a lo natural. De hecho, el también antropólogo A. L. Kroeber consideró la cultura como una segunda naturaleza, denominándola lo «supraorgánico». La cultura es una potencialidad general del ser humano que siempre se hace concreta de manera plural, diferencial y grupal.

Las primeras generaciones de antropólogos sociales y culturales recurrieron al término «cultura» como herramienta conceptual para describir y estudiar el modo de vida de pueblos muy diferentes al occidental, y que por

aquel entonces fueron denominados «pueblos primitivos». Eran normalmente sociedades de pequeño tamaño y relativamente aisladas unas de otras. Todo lo anterior le ha conferido a la antropología social o cultural una perspectiva transcultural y relativista en el estudio de los fenómenos sociales que no posee ninguna otra disciplina académica.

Las implicaciones que tiene este segundo sentido de cultura para un modelo de cultura científica son totalmente contrapuestas al anterior. En primer lugar, aquí no hay inconveniente alguno en que la ciencia sea cultura. Es un elemento más de ella, conectada con el resto de componentes que la forman. La ciencia sería una clase de institución social, así como el conjunto de creencias sobre cómo es el mundo generado por dicha institución; creencias que serían fruto de un tipo de prácticas basadas en la aplicación de un procedimiento o método específico, el científico.

El problema es que en esa totalidad también está incluido otro tipo de creencias como la astrología, la magia, la religión, la acupuntura, la homeopatía, el curanderismo, el reiki, cualquier superstición o incluso el fraude científico. Todo ello es cultura. De hecho, todo lo que se califica como pseudociencia también lo sería, ya que son creencias producidas y tenidas por un grupo humano. Habría una cultura de los legos y una cultura de los eruditos. También las creencias religiosas de los propios científicos serían cultura. Recordemos que en el sentido antropológico la cultura no se opone a la incultura, sino, de manera global, a la naturaleza y, de manera parcial, a las creencias y prácticas de otros grupos humanos; no requiriendo que sus productos y actividades estén dotados de un carisma o aura de especial singularidad y prodigio. Simplemente son creencias y prácticas que, en todo caso, nos permiten entender lo que los humanos hacen, sienten, piensan y son.

Sin embargo, las implicaciones del sentido antropológico de cultura científica no quedan ahí. Debido a ese sello transcultural que caracteriza a la antropología social y cultural, tenemos que considerar que cada grupo humano tiene su propio sistema de saber experto. En Occidente lo hemos denominado ciencia. Pero cada sociedad tendría el suyo. En cada uno de esos sistemas estaría incluida su etnoastronomía, su etnocosmología, su etnobotánica, su etnofarmacopea, su etnozología, su etnogeología, etc. Además, si se adoptara alguna forma de relativismo cultural, podríamos llegar aun más lejos, considerando como una manifestación de etnocentrismo la valoración que en Occidente se hace de la ciencia. La ciencia occidental no sería la ciencia propiamente dicha, sino una expresión particular de un sistema cultural de conocimiento experto de un grupo humano. Creer que la ciencia es universal sería, desde este punto de vista, una actitud etnocéntrica; actitud que es común en todos los grupos humanos, y por la cual las creencias, valores y prácticas culturales propias son consideradas como racionales,

mejores y superiores a las de los otros grupos humanos, que son tenidas por inferiores, absurdas o bárbaras.

Estas dos implicaciones casan mal con la ideología predominante en el campo de la cultura científica. Sin embargo, el enfoque antropológico ofrece todavía un par más de caminos por recorrer con aportaciones de interés para la cultura científica. Por un lado, está el hecho de poder acercarnos a la estructura social de la ciencia y entender los patrones sociales de funcionamiento de la comunidad científica, lo cual está en sintonía con la visión de la sociología mertoniana de la ciencia. Mas ya no desde la visión un tanto idealizada y reducida desde la que lo planteaba el sociólogo Robert K. Merton (1973), sino con una perspectiva más amplia y realista a la hora de abordar las normas, valores, creencias y prácticas de la ciencia. Es la cultura del grupo de personas que trabajan organizadamente, que se socializan entre ellos y que son parte de un todo social con el que mantienen relaciones de influencia e interdependencia con otros sistemas e instituciones sociales. Esto nos acerca al enfoque contextual, que veremos a continuación.

26

Si vamos más allá, incluso podríamos segmentar esa cultura de los científicos e identificar en ella subculturas, según las diferentes disciplinas (cultura de los físicos, los astrónomos, los químicos, los biólogos, los economistas, los psicólogos...). O incluso, por qué no, identificando particularidades culturales según regiones geográficas o países o laboratorios o centros de investigación concretos. Esta es una de las consecuencias que se deriva de algunos estudios recientes de antropología de la ciencia que recurren a las técnicas de investigación de la antropología social, esto es, a la etnografía: la interpretación descriptiva de la cultura de un grupo o de algunas de sus facetas. La aplicación de las técnicas etnográficas son la base de los llamados «estudios de laboratorio», cuya obra pionera es el clásico *Laboratory Life* de Latour y Woolgar (1995).

En relación con lo anterior, y aunque no es todavía común, las técnicas etnográficas podrían trasladarse al estudio de las creencias, actitudes, imágenes y usos que los miembros de una sociedad tienen respecto de la ciencia y la tecnología; lo cual es diferente de lo que estos deben creer, pensar o hacer acorde a la visión canónica del modelo anterior. El modelo descriptivo, basado en el significado antropológico de cultura, nos proporciona datos realistas y transparentes respecto a la ciencia, los científicos y el público, pero tiene un inconveniente: su omnicomprensividad genera fácilmente desorientación o indiferencia entre el vaivén de las descripciones que va suministrando sobre dicha actividad, además de hacer trivial la afirmación «la ciencia es cultura», porque todo lo es.

2.3 LA CULTURA EN SENTIDO SOCIOLÓGICO Y EL MODELO CONTEXTUAL DE CULTURA CIENTÍFICA

Finalmente, en un tercer sentido, podemos aproximarnos a la cultura como una de las esferas de la sociedad, como también lo son la económica, la política o la referida a la sociedad civil. Cada esfera es un campo específico de acción social que ha cobrado autonomía y especialización con el paso del tiempo, sobre todo con la llegada de la Modernidad. Los campos no son ni estáticos ni cerrados; están en evolución, y además mantienen relaciones de influencia entre ellos. Pero tienen sus propias lógicas. Ellas imponen límites cuyo traspaso más allá de lo que se considera generalmente admisible, se valora como una violación o una transgresión de las reglas de juego. Por ejemplo, el excesivo peso del mercado en la toma de decisiones políticas, en la forma y objetivos del sistema educativo o en el mismo curso de la ciencia son tres ejemplos actuales de lo que puede considerarse una interferencia indebida.

La esfera de la cultura está centrada en la producción y transmisión de formas simbólicas. Ello se manifiesta a través de un conjunto de prácticas, tiene como contenidos un conjunto de creencias, valores, normas y objetos sociales, y de ella se encargan un grupo de actores sociales. Aun así, en la esfera de lo cultural, que es heterogénea, existen varias instituciones sociales que, como subcampos diferenciados, operan cubriendo una serie de necesidades y desempeñando un conjunto de funciones específicas.

La ciencia, nombre con el que se alude tanto al producto, a los conocimientos generados, al conjunto de la comunidad científica y también a la práctica investigadora, es uno de los subcampos que nutre el campo de lo cultural, pero no es la única institución que lo hace. Otras son la religión, el sistema educativo o las artes². La función de la ciencia es proporcionar a los seres humanos creencias fiables sobre el mundo en el que viven; tanto del mundo natural como del social.

Como acabamos de señalar, desde el punto de vista histórico, la ciencia es una institución dinámica; estable, pero no fija, que se ve afectada por factores internos a la lógica del campo científico como también por factores externos a él. Factores, unos, de los otros campos de lo cultural, y otros, del resto de campos. En este sentido, tal y como señala Pardo (2001), la actividad científica forma parte de un largo proceso de racionalización

² Sin espacio para exponerlo en detalle y hacer las matizaciones necesarias, de modo general afirmamos que las lógicas de las instituciones mencionadas giran, respectivamente, en torno a la verdad, el sentido, la transmisión de una «selección de la cultura», lo que se denomina *currículum*, y la belleza.

que en la modernidad se constituye como una de las instituciones centrales de la vida social, encargada, por un lado, de ampliar la imagen del mundo y, por otro, de entender y producir artefactos para controlarlo. Debido a este proceso de institucionalización fueron creándose centros dedicados expresamente a la investigación, tarea que compaginaron con la formación de nuevos profesionales de las ramas científicas del saber. Más tarde, y debido a la extensión de la influencia de lo científico y lo técnico en prácticamente todas las facetas de la vida social, se plantea y exige la necesidad de repartir ese tipo de conocimiento entre toda la ciudadanía.

En cuanto a su función, a pesar de ser el modo de representación conceptual del mundo cognitivamente más fidedigno, la ciencia no ha conseguido desterrar otras formas culturales tradicionales del saber, y con las que algunos casos entra en conflicto, como es el caso de la religión³. En otros, ve favorecida su labor, como es el caso del sistema educativo (formal), cuya función es transmitir una parte de la cultura de una sociedad, o como el caso de la tecnología, con la que cada vez está más imbricada. Finalmente, con las artes y las humanidades la competencia no reside tanto en la producción y validez de formas simbólicas y bienes culturales, como en la lucha por el reconocimiento y la consideración social del saber producido (SNOW, 1959).

28

Situados fuera de la esfera o campo de la cultura, y fijándonos ahora en el conjunto de campos sociales, se percibe que la ciencia está influida por sistemas como el económico, a través del mercado y sus agentes (una influencia en ascenso); por el político, a través del Estado (en declive) y, recientemente, también por la sociedad civil (en ascenso). A su vez, todos ellos, en tanto entorno natural en el que viven las sociedades, reciben la influencia de la ciencia y la tecnología como factor de desarrollo y crecimiento humano, social, político, económico y cultural. Pero también da lugar a disfunciones, dilemas, problemas y riesgos.

En cuanto al reciente papel adquirido por la sociedad civil en este campo de relaciones de fuerza e influencia, este es muy significativo, dada su novedad y su conexión con la cultura científica. Así, podemos ver y entender que el auge en torno a ella y su relevancia son un subproducto de la reconfiguración global de las relaciones ciencia-sociedad como consecuencia del aumento de reflexividad de los actores sociales en la sociedad del conocimiento (GIDDENS, 1990; LAMO DE ESPINOSA, 1990). Con ello se

³ No obstante, y en relación con lo señalado anteriormente, cabe tener presente no solo casos de interferencia y conflicto por la validez de las formas simbólicas como, por ejemplo, los de Hipatía, Servet, Galileo o Darwin. Robert K. Merton (1984), siguiendo la estela de Max Weber sobre la influencia de la religión en el desarrollo del capitalismo, mostró también la importancia de la ideología protestante en el desarrollo y consolidación de la ciencia moderna.

comprenden mejor el lugar, funcionamiento, asimetrías y conflictos sobre el valor, reconocimiento y legitimidad de lo cultural en sociedad.

Observando la cultura científica desde este enfoque, vemos que sus actores, productos, objetos o creencias no pueden ser tomados de modo aislado y descontextualizado, como algo intrínseco, sino que están situados en marcos sociales. Vemos también las conexiones, las relaciones y conflictos que hay entre los diferentes campos, grupos y sistemas de la sociedad; de ahí el nombre que le hemos dado a este tercer modelo, «contextual», denominación que hemos adoptado siguiendo a Alan Gross (1994) y que sintoniza con el enfoque y las aportaciones provenientes de los estudios STS. Desde esta perspectiva la cultura, la científica incluida, es un conjunto institucional de prácticas que dan lugar a un conjunto de formas simbólicas, saberes que, en cuanto recurso (capital cultural), ya no son tenidas por algo dado, sino que son el resultado de relaciones de poder entre grupos y entre sistemas en el seno de la sociedad (LEWENSTEIN, 2010). Saberes que, si no es el caso de que estén entremezclados, además tienen consecuencias sociales, éticas, políticas o medioambientales. Efectos sobre los que, en sociedades democráticas, la regla señala que la ciudadanía tiene algo que decir y decidir en la medida en que le conciernen o afecten, lo cual requiere poseer información fiable.

Este último modelo, el que llamamos «contextual», nos permite desde el principio entender el funcionamiento del modelo canónico y su visión ingenua e idealizada de la ciencia, como conocimiento, práctica o institución. Además, se nutre de los hallazgos del modelo descriptivo, superando la visión básicamente descriptiva y aparentemente aséptica que proporciona. Desde el modelo contextual se entiende el lugar que ocupa la ciencia en la cultura y en el conjunto de las relaciones sociales. En él, la cultura científica es algo más que tener unas nociones y conocimientos generales sobre la ciencia y el método científico, y de apreciarla sin más. Implica también conocer los factores que influyen en la ciencia y las condiciones en que se investiga y se crea. También conlleva saber acerca de sus riesgos y consecuencias; y de apreciarlas o no, según se juzgue a partir del conocimiento experto disponible, que en muchos casos no está exento de controversia⁴.

⁴ Obsérvese que en muchas de estas controversias cada parte justifica sus creencias atendiendo a la legitimidad que proporciona la realidad, mientras que las de los oponentes son explicadas apelando a la intromisión de factores o intereses sociales, políticos o económicos.

3. CONCLUSIONES

La expresión «cultura científica» es heredera de actividades anteriores en educación y promoción de la ciencia y la tecnología. Parte de la problemática que afecta a ese ámbito de actividades deriva de la polisemia del término cultura, cuyos diferentes sentidos son expresiones de lo que socialmente debe ser sabido y de lo que no, así como del lugar que ocupan las instituciones en la sociedad. Así, cada sentido de cultura da lugar a un modelo diferente de cultura científica. En este trabajo hemos visto tres de ellos, cada uno de los cuales tiene sus pros y sus contras. El primer modelo presenta la ventaja de que convierte la empresa de fomentar y promocionar la cultura científica en una tarea bastante fácil, simple y asequible a los agentes, tanto emisores como receptores, a costa de alejarse de la naturaleza y complejidad de la ciencia y de su verdadera condición en la sociedad actual. El segundo y el tercero proporcionan imágenes más realistas de la ciencia, pero también con ello más complejas, difíciles y comprometidas. Aunque incluso son en apariencia inoperantes en el cometido de educar científicamente a la ciudadanía, nos suministran, sin embargo, una herramienta que nos permite entender mejor la ciencia como proceso cognitivo y su dimensión social, y el lugar e importancia que tiene en el mundo actual.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, José Antonio (1996, 2001). «Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS». *Borrador*, n.º 13, pp. 26-30. Disponible en: www.campus-oei.org/salactsi/acevedo2.htm [consulta: diciembre de 2011].
- (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*, vol. 1, n.º 001, pp. 3-16.
- AIBAR, Eduard y QUINTANILLA, Miguel Ángel (eds.) (2002). *Cultura tecnológica: estudios de ciencia, tecnología y sociedad*. Barcelona: Horsori.
- ARIÑO, Antonio (1997). *Sociología de la cultura*. Barcelona: Ariel.
- BACHELARD, Gaston (1949). *Le rationalisme appliqué*. París: Presses Universitaires de France (PUF).
- BARNES, Barry y SHAPIN, Steven (eds.) (1979). *Natural Order. Historical Studies of Scientific Culture*. Londres: Sage.
- BAUER, Martin, ALLUM, Nick y MILLER, Steve (2007). «What Can We Learn From 25 Years of PUS Survey Research? Liberating and Expanding the Agenda». *Public Understanding of Science*, vol. 16, n.º 1, pp. 79-95.
- BERLANGA, Antonio (1998). «Cultura C-T», *Revista Valenciana d'Estudis Autònoms*, n.º 23, pp. 311-26.

- BODMER, Walter y otros (1985). *Report. Public Understanding of Science*. Londres: Royal Society. Disponible en: <http://royalsociety.org/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=5971>.
- BOURDIEU, Pierre (1979). *La distinción*. Madrid: Taurus.
- DOLLARD, John (1935). «Mental Hygiene and a “Scientific Culture”». *International Journal of Ethics*, vol. 45, n.º 4, pp. 431-39.
- GIDDENS, Anthony (1990). *Consecuencias de la modernidad*. Madrid: Alianza.
- GODIN, Benoit y GINGRAS, Yves (2000). «What Is Scientific and Technological Culture and How Is It Measured. A Multidimensional Model». *Public Understanding of Science*, vol. 9, n.º 1, pp. 43-58.
- GÓMEZ FERRI, Javier e ILERBAIG, Juan (1990). «Ciencia, Tecnología, Sociedad. Alternativas educativas para un mundo en crisis», en M. MEDINA y J. SANMARTÍN (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos.
- GREGORY, Jane y MILLER, Steve (1998). *Science in Public. Communication, Culture, and Credibility*. Cambridge, MA: Basic Books.
- GROSS, Alan G. (1994). «The Roles of Rhetoric in the Public Understanding of Science». *Public Understanding of Science*, vol. 3, n.º 1, pp. 3-23.
- ILERBAIG, Juan (1992). «The Two STS Subcultures and the Sociological Revolution». *Science, Technology & Society. Curriculum Newsletter of the Lehigh University*, n.º 90, pp. 1-6.
- LAMO DE ESPINOSA, Emilio (1990). *La sociedad reflexiva*. Madrid: CIS.
- LATOUR, Bruno y WOOLGAR, Steve (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción social de los hechos científicos*. Madrid: Alianza (original de 1979).
- LAUGKSCH, Rüdiger C. (2000). «Scientific Literacy: A Conceptual Overview». *Science Education*, vol. 84, n.º 1, pp. 71-94.
- LEWENSTEIN, Bruce V. (2010). «Modelos de comprensión pública: la política de la participación pública». *ArtefactoS*, vol. 3, n.º 1, pp. 13-29.
- LÓPEZ CEREZO, José Antonio (2005). «Participación ciudadana y cultura científica». *Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*. CLXXXI, 715, pp. 351-62.
- y CÁMARA HURTADO, María Montaña (2005). «Apropiación social de la ciencia», en FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (FECYT), *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España-2004*. Madrid: FECYT.
- MARTÍN GORDILLO, Mariano y OSORIO, Carlos (2003). «Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica». *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 32, pp. 165-210. Disponible en: www.rieoei.org/rie32a08.htm.
- MERTON, Robert K. (1984). *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*. Madrid: Alianza (original de 1938).
- (1973). *Sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza.
- MILLER, Jon D. (1983). «Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review». *Dædalus*, vol. 112, n.º 2, pp. 29-48.

- (1998). «The Measurement of Civic Scientific Literacy». *Public Understanding of Science*, vol. 7, n.º 3, pp. 203-33.
- MONTAÑÉS, Óscar (2010). «La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia». *ArtefaCToS*, vol. 3, n.º 1, pp. 187-229.
- MUÑOZ, Emilio (2002). «La cultura científica, la percepción pública y el caso de la biotecnología». Ponencia presentada en el seminario La Cultura Científica en la Sociedad de la Información. Oviedo, 30 de mayo al 1.º de junio de 2002, organizado por el Observatorio de Cultura Científica de la Universidad de Oviedo. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/1503/1/dt-0207.pdf> [consulta: noviembre de 2011].
- PARDO, Rafael (2001). «La cultura científico-tecnológica de las sociedades de modernidad tardía», en AA. VV., *Estructura y cambio social*. Madrid: CIS, pp. 1077-1107.
- y CALVO, Félix (2004). «The Cognitive Dimension of Public Perceptions of Science: Methodological Issues». *Public Understanding of Science*, vol. 13, n.º 3, pp. 203-27.
- PÉREZ IGLESIAS, Juan I. (2011). «La función social de la cultura científica». *CICNetwork*, n.º 9, pp. 14-17. Disponible en: www.cicnetwork.es/upload/pdf/revistas/cn9.pdf.
- POLINO, Carmelo (2003). «Presentación». Dossier: *Percepción pública y cultura científica*. *CTS. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 1, n.º 1, pp. 137-138. Disponible en: www.revistacts.net/index.php?option=com_sectionex&view=category&id=4&Itemid=48.
- QUINTANILLA, Miguel Ángel (1998). «Técnica y cultura». *Teorema. Revista Internacional de Filosofía*, vol. XVII, n.º 3, pp. 49-70. Disponible en: www.oei.es/salactsi/teorema03.htm.
- (2010). «La ciencia y la cultura científica». *ArtefaCToS*, vol. 3, n.º 1, pp. 31-48.
- SEBASTIÁN, Jesús (2006). «La cooperación universitaria para el fomento de la cultura científica». *Pensar Iberoamérica. Revista de Cultura*, n.º 8. Disponible en: www.oei.es/pensariberoamerica/ric08a04.htm [consulta: noviembre de 2011].
- SEMR, Vladimir de (2003). «Ciencia, medios de comunicación y cultura científica», en *Temas de conversación sobre ciencia, cultura y sociedad*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), Casa de América. Disponible en: www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/1572720735.pdf [consulta: noviembre de 2011].
- SNOW, Charles P. (1959). *Las dos culturas y un segundo enfoque*. Madrid: Alianza.
- VACCAREZZA, Leonardo S. (2008). «Exploraciones en torno al concepto de cultura científica», en *FECYT, Programa y resúmenes del Congreso Iberoamericano Ciudadanía y Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología*. Madrid, del 5 al 8 de febrero de 2008. Disponible en: www.oei.es/CongresoCiudadania/ [consulta: noviembre de 2011].
- y otros (2003). «Proyecto iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana». *CTS+I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. Documento de trabajo n.º 7, OEI/RICYT. Disponible en: www.oei.es/revistactsi/numero5/documentos1.htm [consulta: noviembre de 2011].
- VILCHES, Amparo y FURIÓ, Carlos (1999). «Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI». Disponible en: www.oei.es/salactsi/ctseduccion.htm [consulta: diciembre de 2011].
- VOGT, Carlos (2003). «A espiral da Cultura Científica». *Revista Com Ciência*, julio.

- (2012). «The Spiral of Scientific Culture and Cultural well-being: Brazil and Ibero-america», *Public Understanding of Science*, vol. 21, n.º 1, pp. 4-16.
- y otros (2008). «Percepción pública de la ciencia. Estudios realizados en São Paulo y en Brasil y la búsqueda integrada de estándares nacionales e internacionales», en FECYT, *Programa y resúmenes del Congreso Iberoamericano Ciudadanía y Políticas Públicas de Ciencia y Tecnología*. Madrid, del 5 al 8 de febrero de 2008. Disponible en: www.oei.es/CongresoCiudadania/ [consulta: noviembre de 2011].
- WILLIAMS, Raymond (1958). *Culture and Society 1780-1950*. Harmondsworth: Penguin Books.
- (1981). *Sociología de la cultura*. Barcelona: Paidós.

CULTURA CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN DEL SIGLO XXI¹

Noemí Sanz Merino*

José Antonio López Cerezo**

SÍNTESIS: En este artículo abordamos la cuestión de cómo entender la cultura científica si queremos desarrollar un tipo de educación científica que sea socialmente provechosa en la presente sociedad del conocimiento. Para hacerlo, tomamos brevemente en consideración los contextos actuales de apropiación social de la ciencia y la tecnología desde el punto de vista de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Finalmente, ofrecemos nuestras propias consideraciones sobre cómo superar algunos retos que surgen a la hora de implementar la enseñanza de dicha cultura científica.

Palabras clave: cultura científica; ciencia, tecnología y sociedad (CTS); investigación, activismo y educación CTS.

CULTURA CIENTÍFICA PARA A EDUCAÇÃO DO SÉCULO XXI

SÍNTESE: Neste trabalho abordamos a questão de como devemos entender a «cultura científica» se queremos desenvolver um tipo de educação científica que seja socialmente proveitosa, dadas as circunstâncias da sociedade do conhecimento. Para fazê-lo, levamos em consideração os contextos atuais de apropriação social da ciência e da tecnologia, do ponto de vista dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Finalmente, oferecemos nossas próprias considerações sobre como superar alguns desafios que surgem na hora de implementar o ensino dessa cultura científica socialmente proveitosa.

Palavras-chave: Cultura científica; Ciência Tecnológica e Sociedade (CTS); pesquisa; ativismo; educação CTS.

¹ La elaboración de este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de investigación: «Políticas de la cultura científica» (MICIIN-12-FFI2011-24582), concedido en calidad de ip al segundo autor por el anterior Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

** Investigadora posdoctoral (Programa INNCORPORA - «Torres Quevedo» del Ministerio de Economía y Competitividad de España) en el departamento I+D de Innovaciones Sociosanitarias SL.

** Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la Universidad de Oviedo, así como coordinador académico de la red temática CTS+I de la OEI.

SCIENTIFIC CULTURE FOR EDUCATION IN THE TWENTY-FIRST CENTURY

ABSTRACT: In this paper we address the issue of how to understand the scientific culture if we want to develop a type of scientific education that is socially beneficial in today's knowledge society. To do this, we briefly consider the current contexts of social appropriation of science and technology, from the point of view of the studies of science, technology and society (CTS). Finally, we offer our own considerations on how to overcome some challenges that may arise when trying to implement the teaching of the scientific culture.

Keywords: scientific culture; science, technology and society (CTS); research, activism and education CTS.

1. PRESENTACIÓN

El protagonismo que en el discurso público tiene la conveniencia social y económica de una mejor cultura científica y tecnológica² entre la población nos invita a concretar las motivaciones actuales de esa insistencia, así como a identificar los retos que hoy hay que superar para conseguir una enculturación científica adecuadamente orientada. Habida cuenta de la variedad de contextos que al respecto podrían tenerse en cuenta, y considerando el tema concreto de este monográfico, con la presente aportación nos ocuparemos de ofrecer reflexiones y propuestas que puedan contribuir al desarrollo de una comprensión acerca de la cultura científica popular que, a su vez, enriquezca la implementación de una educación científica y tecnológica socialmente significativa.

Comenzaremos este trabajo recordando brevemente las distintas definiciones que se han ofrecido del concepto «cultura científica» en los contextos especializados, para luego centrar nuestra atención en la relevancia social de la cultura científica popular dadas las circunstancias de la sociedad del conocimiento actual. Desde tal marco, discutiremos sobre lo que creemos ha de ser una capacitación científico-tecnológica que sea plenamente provechosa para la ciudadanía y destacaremos algunas de las limitaciones que nos podemos encontrar a la hora de fomentar ese tipo de aprendizaje desde las aulas.

En la segunda parte de este artículo propondremos dos maneras, inspiradas ambas en los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad, de contribuir al desarrollo y práctica de una educación que logre el tipo de cultura científica defendido. Por un lado, consideraremos la importancia de aproximar los contenidos de la cultura científica a los resultados de lo

² En lo que sigue «cultura científica».

que identificaremos como «investigación CTS» y, por otro lado, defenderemos como determinante un acercamiento de la educación para la cultura científica al llamado «activismo CTS». En nuestra opinión, la primera línea de acción propuesta refuerza la idea de *educar para valorar* presente entre las tradicionales metas de la educación CTS. La segunda contribuye a enriquecer el objetivo de *educar para participar*, en tanto que estrecha aún más la vinculación que, como veremos, ya existe entre la adquisición de conocimiento, una aproximación valorativa a la ciencia y la acción democrática.

2. CULTURA CIENTÍFICA

La ciencia moderna se consagró como un motor fundamental para el progreso económico y social a partir de la Segunda Guerra Mundial³. Desde entonces, la apropiación social de más conocimientos científicos e ingenieriles se consideró oficialmente conveniente, e incluso necesaria, junto al resto de medidas generales de promoción de la ciencia y la tecnología en los países más avanzados. En particular, la importancia de un incremento de la cultura científica popular se justificó sobre dos argumentos principales: porque ello se traduciría en un incremento de los recursos humanos que constituirían el potencial técnico e innovador del desarrollo tecnológico y, con él, el de las capacidades industriales nacionales; y porque la adquisición de cultura científica se consideraba asociada a la percepción positiva de la ciencia y el apoyo al sistema de ciencia y tecnología, incluidas las iniciativas de desarrollo industrial de base tecnológica (WITHEY y DAVIS, 1999).

En ese primer momento de atención política y académica por la cultura científica cívica, esta era identificada con conocimiento y comprensión sobre un vocabulario científico básico –aquel impartido en ciertos niveles escolares– sobre el método prototípico de la investigación científica, y sobre el impacto –especialmente, el positivo– de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad en general (MILLER, 1983). Además, el aprendizaje social de esos conocimientos técnicos se contemplaba como un caso de transferencia de conocimiento estructurado según un esquema unidireccional que contemplaba un emisor experto, una audiencia pasiva y un mensaje cuyo núcleo significativo permanecía inalterado durante la acción comunicativa entre ambos polos (BUCCHI, 2008). La asimilación de cultura científica por parte de la ciudadanía lega se reducía, por tanto, a un proceso

³ Véase Bush (1945). Aunque la Revolución cultural soviética podría tomarse como un origen, es el «contrato social para la ciencia» estadounidense el que estableció los términos en los que se generaron y promocionaron los sistemas nacionales de ciencia y tecnología considerados antecedentes directos de los actuales en el resto del mundo. El informe *Ciencia: la frontera sin fin* encarna simbólicamente el texto de aquel acuerdo.

cuyo resultado esperado debía responder al logro de un cambio cognitivo en los sujetos receptores fácilmente evaluable y medible a través de test de «alfabetización» científica.

Estos supuestos de partida hacen comprensible que los primeros estudios sobre la cultura científica popular y su medición se interesaran solo por una dimensión del proceso de apropiación social de la ciencia: saber qué comprende, siente o piensa el público en general sobre la ciencia y la tecnología (LEWENSTEIN, 1995). De hecho, hasta los años setenta los especialistas no se preocuparon por analizar los procesos educativos y otros contextos de adquisición social de conocimientos y destrezas tecnocientíficas.

Entrados en el último cuarto del siglo XX, tanto la manera como el contenido de la apropiación social de la ciencia se habían transformado, lo que se ponía de manifiesto a través de las encuestas sobre comprensión pública de la ciencia en los países avanzados (DURANT y OTROS, 2000). La opinión de los encuestados empezaba a desvelar que, al contrario de lo que se había supuesto, una mayor cualificación educativa ya no se correlacionaba con menor desconfianza social hacia ciertos aspectos del progreso científico y tecnológico. Los especialistas se vieron cada vez más obligados a dar cuenta de los contextos particulares de transferencia social de la ciencia y de los modos de su asimilación social a la hora de interesarse por el fenómeno de la cultura científica popular.

38

Aquella transformación había sido propiciada, en parte, por las propias medidas políticas puestas en marcha para lograr un mayor impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad y la economía durante la segunda mitad del siglo pasado en los principales países de Occidente. A su vez, este advenimiento de la llamada sociedad posindustrial aceleró la distribución social de la cultura general entre la ciudadanía, gracias al cada vez mayor acceso de la población a la educación institucionalizada y a relevantes tecnologías al respecto, tales como los medios masivos de información.

Esta situación, plasmada en las encuestas, ayudó a complejizar el punto de vista especializado acerca de la cultura científica popular, en tanto que contribuyó a que se hiciera mayor hincapié en los motivos por los que los individuos adquieren y usan los conocimientos científicos y las tecnologías. Para los años ochenta, una nueva interpretación sobre el fenómeno de la cultura científica⁴ repara en que, al parecer, de un mayor conocimiento

⁴ Hablamos del segundo paradigma en la comprensión de la cultura científica, el identificado como *public understanding of science* (comprensión pública de la ciencia, pus según sus siglas en inglés), el cual constituyó el enfoque hegemónico dentro de los estudios académicos sobre el tema hasta mediados de los años noventa (BAUER, ALLUM y MILLER, 2007). El primero es el que se correspondía con la definición de cultura científica como alfabetización (*science literacy paradigm*). Se puede afirmar que el modelo

científico no se sigue necesariamente una actitud positiva hacia la ciencia, sino la aparición de las actitudes mismas (BAUER, ALLUM y MILLER, 2007). Es más, otros estudios empíricos pero cualitativos dejan entrever que el que resulte un tipo u otro de percepción social sobre la ciencia o sus instituciones tiene mucho que ver con el interés y grado en que se involucra la ciudadanía en ellas. La cultura científica popular pasa, así, a ser descrita funcionalmente por los expertos como la comprensión de conceptos y construcciones científicas que permiten a los ciudadanos leer una publicación cotidiana y entender en esencia los diversos argumentos que puedan estar enfrentados en controversias tecnocientíficas (MILLER, 2000).

Este tipo de caracterización funcional de la cultura científica deseable en términos generales para el conjunto de la sociedad civil se ha mantenido hasta nuestros días. De hecho, las circunstancias actuales han respaldado una intensificación de la vinculación supuesta en la misma entre una mayor adquisición de conocimientos y una mejor toma de postura o, incluso, toma de decisiones sobre cursos de acción.

La razón por la que se hacen estas consideraciones radica en el hecho de que el conocimiento científico y el desarrollo tecnológico nos sitúan ante una doble coyuntura que no podemos obviar: vivimos simultáneamente en la sociedad del conocimiento y en la sociedad del riesgo. De hecho, caras de la misma moneda, puesto que son en gran medida resultados de las ciencias y las tecnologías y del incremento de su protagonismo social durante el siglo XX. Es más, en esta sociedad –que, en tanto tal, nosotros etiquetamos simplemente como sociedad del conocimiento– son la ciencia y la tecnología las que permiten poner de manifiesto las nuevas formas de peligrosidad asociadas al mundo desarrollado actual, las cuales, a su vez, son en la mayoría de los casos riesgos y amenazas impuestos por el propio avance científico-tecnológico.

En esta sociedad del conocimiento, los ciudadanos nos encontramos ante circunstancias y escenarios de acción que, en efecto, son social y tecnológicamente muy complejos y que, por ello, a menudo nos obligan a tomar decisiones incluso arriesgadas en lo individual. Son esas circunstancias científico-tecnológicas las que, más allá de respaldar su habitual conveniencia social como recurso de progreso, parecen justificar la idoneidad de establecer a la cultura científica popular como condición necesaria para una toma de decisiones que se puedan considerar razonablemente adecuadas.

Sin embargo, este reclamo –que está íntimamente asociado a la asunción de la pericia científica como habitual principio de autoridad interpretativo PUS es el que aún prima como estándar cuando hablamos de las mediciones de la cultura científica popular y/o de la percepción pública de la ciencia y la tecnología a través encuestas.

en la vida democrática⁵ no siempre tiene en cuenta que la propia cultura vinculada a tal credencial también ha ido cambiando su naturaleza como bien posicional. Es así que, en la década de 1990, aparece un modelo alternativo de comprensión y análisis de la cultura científica popular, el de Ciencia y sociedad, que toma como base teórico-metodológica las ciencias sociales y las humanidades (BAUER, ALLUM y MILLER, 2007). En él, por un lado, son los procesos de apropiación y comunicación sociales de la ciencia y la tecnología, y en particular los contextos de su adquisición y uso, los que han tomado finalmente el principal protagonismo a la hora de ocuparse por atender a la comprensión pública de la ciencia. Por otro lado, a su foco de atención se ha venido a sumar una gran diversidad de manifestaciones de cultura popular en general y de activismo cívico, que también han emergido en el seno de la sociedad del conocimiento.

Siguiendo la estela del enfoque CTS y de las nuevas teorías sobre comunicación social de la ciencia⁶, este acercamiento especializado parte del hecho –mostrado a través de numerosas investigaciones empíricas durante los últimas décadas– de que la ciencia no es un ámbito externo ni inmune a las dinámicas sociales. Asimismo, el paradigma ciencia y sociedad recoge las tesis de que la adquisición del conocimiento científico no puede reducirse al aprendizaje de enunciados teóricos, y de que el polo-audiencia no responde a un colectivo homogéneo de receptores pasivos.

40

Efectivamente, mucho menos simples se muestran los fenómenos de transmisión y asimilación de cultura científica tanto en lo que respecta a atender a la naturaleza del contenido de la ciencia, como a la del propio auditorio. Han de ser asimismo considerados para que podamos ofrecer una más provechosa definición de cultura científica popular y, con ello, contribuir a enriquecer los procesos de su enseñanza. Numerosos estudios sociológicos y antropológicos previos sobre prácticas tecnocientíficas o sobre contextos para la transferencia de conocimiento han puesto de manifiesto, no solo que la ciencia tiene un importante carácter tácito, sino que, además, la asimilación de conocimientos y habilidades por parte de un individuo o colectivo responde a un fenómeno complejo de intercambio de información, en el que los individuos implicados procesan y asimilan el mensaje a través de filtros valorativos, sociológicos, culturales y prácticos. A este respecto, también han demostrado que la adquisición popular de conocimientos científicos y el interés social por la propia ciencia son fenómenos que tienen mucho que ver con las necesidades particulares de los ciudadanos y con la forma en la

⁵ Y así lo ha estado, con relación a diversos aspectos, desde el origen mismo de las políticas científicas públicas, véase, Sanz Merino (2011).

⁶ Para una muestra de ellas véase, por ejemplo, el trabajo colectivo editado por Bucchi y Trench (2008).

que, en la satisfacción de esas necesidades, la ciudadanía usa y se relaciona con la ciencia y la tecnología.

Los autores que estudian ahora la cultura científica desde la perspectiva CTS no solo tienen todos estos factores y circunstancias en cuenta, sino que también han sabido mostrar cómo la sociedad del conocimiento propicia la acentuación y emergencia de diversos procesos favorables a un incremento de la cultura científica y tecnológica entre la población. No podemos pasar por alto, sin embargo, que muchos de esos procesos de enculturación están muy alejados de los sistemas educativos formales (TYTLER, DUGGAN y GOTT, 2001), aunque son estos últimos los que constituyen el horizonte de este trabajo. De hecho, ni el paradigma ciencia y sociedad sobre cultura científica en particular, ni los estudios CTS dedicados al análisis de los contextos de comunicación y apropiación sociales de la ciencia, en general, se suelen ocupar de aplicar los resultados de sus investigaciones al contexto educativo. Es precisamente por la relevancia de lo que ello implica a la hora de ofrecer una forma más realista y socialmente significativa de comprender la cultura científica popular, por lo que, a continuación, retomamos la importancia que estos nuevos fenómenos de aprendizaje y acción tienen para el desarrollo de una más apropiada educación científica y tecnológica hoy.

3. EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

En la sociedad del conocimiento la comunicación social de la ciencia tiene un destacado lugar en los circuitos educativos no reglados. Por ejemplo, los medios de comunicación a menudo ofrecen información científica, ya sea como resultado de una divulgación explícita o, muy habitualmente, como parte asociada a una controversia social causada por potencialidades científico-tecnológicas, o bien accidentes tecnológicos o ambientales (LÓPEZ CERESO y LUJÁN, 2000). Estos canales informativos dan además cobertura local y global no solo a las protestas y manifestaciones populares vinculadas a esas mismas controversias, sino que también se hacen eco de aspectos muy técnicos que proceden de opiniones expertas no oficiales pero igualmente relevantes (PETERS, 2008). De hecho, la información científico-tecnológica a veces proviene de los manifestantes, quienes pueden ser desde expertos independientes hasta miembros de grupos activistas organizados u ONG.

Cabe, entonces, señalar también que estas nuevas circunstancias, puestas de relieve fundamentalmente a través de los media, no solo contribuyen al proceso de enculturación, sino que, al mismo tiempo, *enseñan* una ciencia muy distinta a la recogida por los primeros paradigmas sobre comprensión pública de la ciencia. A través de la mediatización de contro-

versias sociales de base tecnocientífica se llega a mostrar, por ejemplo, que la ciencia no siempre se origina en los contextos especializados, sino que a veces surge en contextos populares y no expertos. En cambio, cuando son los propios debates especializados, y normalmente muy esotéricos, los que adquieren protagonismo mediático, a menudo se hace patente que la ciencia no habla con una sola y unánime voz, sino que la propia opinión acreditada como legítima a veces está muy dividida (BUCCHI, 2008).

Por otro lado, la dinámica de la sociedad actual da lugar a formas de adquisición de cultura científica vinculadas a ciertas formas de activismo político por parte de la sociedad civil. En ellas se genera una importante experiencia personal y pueden conllevar el manejo de información muy técnica. Los primeros casos que surgieron históricamente a este respecto fueron los protagonizados por el activismo antinuclear y las protestas civiles por los accidentes industriales y riesgos ecológicos, cada vez más frecuentes desde los años sesenta. Más tarde, a este tipo de intervención política, se sumó el que, en la década de 1980, ya se podía identificar como otra particular manifestación de participación cívica: el consumo diferencial. Este fenómeno civil tuvo momentos muy populares en forma de boicot comercial, sin embargo, y como consecuencia de ciertas intoxicaciones y controversias alimenticias –como las protagonizadas por los derivados de organismos genéticamente manipulados (OGM)–, es más habitual encontrar prácticas más extendidas socialmente como la compra selectiva. Estas acciones ciudadanas, informadas y conscientes, en lo individual y cotidiano o mediante el involucrarse en grupos de interés más amplios, son muestra –tal y como una amplia literatura especializada recoge⁷– de prácticas en las que aprender y participar se convierten en experiencias estrechamente relacionadas, no en elementos independientes ni pasos sucesivos de una supuesta lógica lineal para la toma de decisiones y cursos de acción.

42

En el contexto social que nos rodea, la generación de cultura científica de los ciudadanos no solo no es independiente de la participación social sino que enculturación y participación se hallan estrechamente vinculadas como procesos en paralelo mutuamente realimentados. Entonces ¿qué consideraciones relevantes para el campo educativo podemos obtener de los hechos y circunstancias mencionados hasta ahora?

Lo visto en el apartado anterior nos conduce a defender la imposibilidad de reducir la idea de «cultura científica» a la mera adquisición o transformación de ciertas creencias individuales (cambio cognitivo) sobre la única base de la asimilación de información científica considerada relevante.

⁷ Véase más abajo. Además: Todt y Luján (1997); López Cerezo (2003); López Cerezo y Luján (2004).

Lo ya tratado también nos lleva a creer que un aumento exitoso de la cultura científica popular será consecuencia de un proceso más complicado que del seguido del solo aumento de la oferta científica y tecnológica, en tanto aumento de meras fuentes de información. También podemos concluir que la asimilación social de cultura científica es, sin duda, algo más complejo que lo que puede demostrarse con pruebas para medir la alfabetización científica de tipo test⁸.

Finalmente, las consideraciones anteriores respaldan también el interés que lleva a repensar la educación científica popular partiendo de las tesis propias del enfoque CTS, ya que han sido en gran medida los estudios pertenecientes a este campo, y a otros ámbitos afines, los que han puesto de relieve la naturaleza contextual y multidimensional de los procesos de apropiación y comunicación sociales de la ciencia y de la propia cultura científica. A este respecto, es justo recordar que el paradigma ciencia y sociedad en el estudio de la cultura científica, en particular, y la perspectiva ciencia, tecnología y sociedad en general, tienen su homólogo en el ámbito de la enseñanza de las ciencias y las ingenierías en el llamado modelo de educación CTS.

Una exigencia mínima comúnmente aceptada para caracterizar como apropiado cualquier tipo de enseñanza en ciencias es la de que la cultura científica resultante ha de permitir a los estudiantes superar los requerimientos académicos mínimos en una paulatina consecución exitosa de sus estudios reglados.

Para la mayoría de los especialistas, el enfoque CTS en educación propone añadir a este sentido de capacitación científico-tecnológica otros conocimientos y destrezas asociados a información y valores que estén en relación directa con otras necesidades personales de los alumnos y alumnas. Es decir, una educación CTS debería, por ejemplo, y entre otras cosas:

Incluir conceptos científicos y habilidades procedimentales que sean útiles en sus vidas cotidianas, también en tanto que les permitan tomar decisiones como ciudadanos (PRICE y CROSS, 1995).

Centrarse en aspectos societarios locales: en cuestiones y problemáticas que emergen en sus entornos más próximos (familiares, escolares, comunitarios, etc.) (HART y ROBOTOM, 1990);

Atender asimismo a problemas globales, a los asuntos que conciernen a todo el planeta, como son los medioambientales o los relacionados con los límites del crecimiento industrial, en general (SOLOMON, 1993).

⁸ Véase, también, en López Cerezo y Cámara (2009).

Dar a conocer la naturaleza y el alcance de una amplia variedad de ciencias e ingenierías, en tanto que ello despierte las aptitudes de los estudiantes o llame su interés hacia distintas carreras científico-tecnológicas actuales (YAGER, 1996)⁹.

En nuestra opinión, según lo señalado más arriba, la educación para la cultura científica y tecnológica bajo la perspectiva CTS se ha de entender, además, fundamentalmente y de un modo general, como una variedad de la educación en valores y como una preparación para la participación cívica¹⁰. Por supuesto, muchos autores asumen igualmente estos considerandos generales como metas propias de la educación desde un enfoque CTS. De hecho, se trata de objetivos claramente relacionados, pues la formación de una ciudadanía consciente del componente y papel social de la ciencia y la tecnología tiene como horizonte natural la motivación y capacitación de los ciudadanos para su involucramiento en distintos aspectos de la vida social que están relacionados con la ciencia y la tecnología (LÓPEZ CERESO y CÁMARA, 2009).

Sin embargo, en la implementación en las aulas de una cultura científica de esta índole –es decir, de un aprendizaje científico que facilite valorar y participar en el contexto de las dinámicas propias de la sociedad del conocimiento–, la perspectiva de la educación CTS más clásica se encuentra con varias limitaciones. En el resto de este apartado delimitaremos dos de ellas que, si bien los consideramos muy importantes, también se nos presentan altamente subsanables si atendemos a los aspectos clave del enfoque CTS, tal y como trataremos hasta el final de este trabajo.

44

La primera limitación es aquella que surge de tener que superar ciertos obstáculos que los propios profesores de ciencias ponen a una implementación exitosa de este estilo CTS, en concreto, en relación con una necesaria apertura disciplinar. Los docentes de ciencias han sido educados en una disciplina científica concreta que en ocasiones conduce a que el proceso de socialización vivido durante los años de especialización universitaria les haga desarrollar ciertas inclinaciones desfavorables al respecto. Por un lado, suelen tender a encerrar los asuntos tratados en clase dentro de las fronteras de su propia cultura disciplinar, por otro, incluso pueden asumir la creencia de que familiarizar a los alumnos en la multidimensional naturaleza de la cultura científica de manera óptima es hacerlo introduciéndolos de forma independiente en cada una de las diversas disciplinas científicas que puedan verse implicadas en una controversia (MANSOUR, 2011). Muchos de estos

⁹ Para una descripción y explicación más detalladas de cada uno, puede verse Mansour (2011).

¹⁰ Véase también Martín Gordillo y López Cerezo (2000).

profesionales tienden a estas consideraciones de forma no intencionada, ya que la mayoría de los casos son el simple resultado de un entrenamiento previo en una determinada cultura disciplinar. Además, cabe añadir que, por lo mismo, los educadores no han sido ellos mismos enseñados para integrar diversos métodos o aplicar formas de valoración más cercanas a las ciencias sociales, ejemplos ambos de enfoques más propiamente CTS a la enseñanza de las ciencias.

Ahora bien, también la educación de procedencia de los profesores puede ser causa de la aparición de conductas limitantes de manera intencional. De hecho, los educadores no siempre desean expandir las fronteras de sus disciplinas científicas, en tanto medida precautoria frente a la implementación de un posible acercamiento CTS que implique una mirada demasiado constructivista en su descripción de la ciencia. El miedo al relativismo, que parecía surgir de la no separación tajante entre hechos y valores que propusieron los primeros estudios CTS –y que resultó en las conocidas como «guerras de la ciencia» de la década de los noventa– aún mantiene en muchos contextos académicos la misma escisión entre la cultura científica y humanística que ya criticó Charles P. Snow hace 70 años.

La segunda limitación proviene del hecho de que todavía es habitual entender como suficiente motivación CTS el logro de una cultura científica estudiantil basada en currículos escolares que incluyan aspectos teórico-críticos sobre el impacto científico-tecnológico en la sociedad o el medio ambiente. En este sentido, cuando nosotros hablamos de educar para valorar no nos referimos a la mera puesta en situación del alumno ante un asunto científico-tecnológico como un fenómeno complejo o a darle paralelamente a conocer un listado de valores democráticos, medioambientales, etc. que se consideren relevantes desde el punto de vista teórico o bajo la perspectiva de la realidad global. Nos referimos, en cambio, al logro de generar una cultura científica que contribuya a que los educandos sean capaces de desarrollar opiniones personales críticas e informadas sobre asuntos públicos relacionados con la ciencia y la tecnología más allá del conjunto de conocimientos concretos que puedan tener sobre un asunto o circunstancia particular. Es decir, defendemos una capacitación que se traduzca en la habilidad de poder valorar la propia información a la que se vaya teniendo acceso, lo que, solo como tal y en la práctica, es la mejor base para una futura acción participativa (MARTÍN GORDILLO, OSORIO y LÓPEZ CEREZO, 2001).

En el resto de este trabajo, expondremos dos avances en la educación CTS que consideramos pueden contribuir a afrontar, por un lado, el reto de fomentar la interdisciplinariedad crítica y, por otro, el reto de ir más allá de la tendencia que aleja a la educación de una práctica valorativa sobre la ciencia y la tecnología. En primer lugar, propondremos aproximar los conte-

nidos de lo que se supone ha de constituir la cultura científica escolar a los resultados de la «investigación CTS», es decir, prestando una mayor atención a los resultados de los estudios sociales sobre la ciencia de tradición europea (GONZÁLEZ GARCÍA, LÓPEZ CERESO y LUJÁN, 1996). Incorporar contenidos de la llamada «alta iglesia» CTS nos ayudará a considerar la contextualización multidimensional de la ciencia y la tecnología y a atender a las prácticas científico-tecnológicas como fenómenos sociales. En segundo lugar, defendemos un acercamiento de la educación para la cultura científica al «activismo CTS», el cual puede facilitar el objetivo de sacar el aprendizaje científico de los muros del aula escolar.

4. CULTURA CIENTÍFICA E INVESTIGACIÓN CTS

La primera línea de acción que proponemos es aproximar el contenido y concepción acerca de qué es cultura científica en el campo educativo a los resultados de la investigación académica de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología o enfoque ciencia, tecnología y sociedad.

46

A pesar de lo visto y de las excepciones de rigor, los autores emblemáticos de la educación CTS (Robert Yager, Joan Solomon, Glen Aikenhead, William McComas, Peter Rubba y tantos otros) hacen pocas o ninguna referencia a los resultados de la investigación CTS por parte de la vanguardia académica internacional. Son raras en sus obras las referencias a Barry Barnes, Steven Shapin, Wiebe Bijker, Harry Collins, Michel Callon, etc. Aunque también encontramos el mismo fenómeno a la inversa. Existe un deliberado descuido recíproco que ha llevado a estos dos campos a ignorarse durante décadas.

Muestra de ello son los propios manuales o introducciones generales de referencia y otras obras que tratan de cartografiar el campo CTS, donde es infrecuente que se incluyan capítulos dedicados a la educación CTS. Uno de los casos más destacados al respecto es el ejemplificado por la serie de ediciones del célebre *Handbook of Science and Technology Studies*, exhaustivos trabajos académicos de delimitación de fronteras patrocinado por la poderosa *Society of Social Studies of Science* (4S). En su primera edición de 1995, 25 capítulos rastreaban todos los temas monográficos del campo. Sin embargo, no podemos encontrar ni vestigios del tema de la cultura científica en el contexto educativo formal¹¹. Casi 15 años después, en su tercera edición (véase HACKETT y OTROS, 2007), la ausencia de trabajos

¹¹ Sí se dedican dos trabajos, sin embargo, a este tema con relación a las encuestas pus y a la comunicación social mediatizada por otro (pueden encontrarse las referencias en la bibliografía del presente artículo).

relacionados con la educación es aún más acusada, pues incluso se echa de menos cualquier reflexión en torno a la cultura científica civil. ¿Por qué ese recíproco y ya tradicional descuido?

En nuestra opinión, los motivos tienen que ver, desde el lado de la investigación CTS, con su intento de ganar respetabilidad académica –el cual acompañó a esta especialmente en sus primeras décadas– que durante casi dos décadas se tradujo en una tradicional omisión intencionada de cualquier línea de compromiso social o proyección práctica¹². Según Steve Fuller, son los mismos motivos que provocaron la escisión clásica entre lo que llamó «alta iglesia» y «baja iglesia» de los estudios CTS (FULLER, 2001), es decir, entre la escuela que surge del constructivismo social y que se circunscribe a la investigación académica en universidades, y la tradición que surgió como intento de responder, desde la política y la educación, a los nuevos retos sociales planteados por la ciencia y la tecnología. Dicho sea brevemente, las tradiciones que se remontan respectivamente a Thomas Kuhn, un historiador de la ciencia dedicado al mundo de la investigación académica, y a Raquel Carson, una bióloga que hace de la denuncia el disparador del activismo medioambiental (GONZÁLEZ GARCÍA, LÓPEZ CERZO y LUJÁN, 1996).

En cualquier caso, esta mutua ignorancia es algo que ha perjudicado, y perjudica, a los dos lados de la divisoria: a la investigación CTS porque la vacía de sentido, convirtiéndola en una mera acumulación de estudios de casos y alambicadas discusiones teóricas; a la educación para la cultura científica, porque priva a la enseñanza sobre la ciencia de herramientas analíticas y recursos didácticos potencialmente valiosos. Dado que este último es el ámbito de nuestro interés en este trabajo, nos centraremos en el enriquecimiento sustancial que supone la incorporación de los resultados de investigación y reflexiones ofrecidos desde los estudios de alta iglesia para ofrecer la concepción socialmente provechosa de cultura científica de la que hablábamos más arriba.

Cuando hablamos de la alta iglesia nos referimos a los autores del programa fuerte de la sociología del conocimiento científico y su progenie (programa empírico del relativismo, estudios de laboratorio, teoría del actor-red y otros identificados habitualmente como aproximaciones simétricas a la ciencia y la tecnología). Una tradición que se originó en la década de 1970 en la Universidad de Edimburgo y que ha predominado desde entonces en la investigación CTS desarrollada especialmente en el mundo académico. En

¹² No obstante la aparición de un informe del *Visions Committee* de las 4S en 2002 que hizo público el reconocimiento de este hecho, supuso el inicio de un compromiso de la investigación académica CTS por corregir esta tendencia durante la última década bajo el reclamo de menos acumulación de estudios descriptivos y más proyección práctica y política.

este contexto, fue propio de la misma y desde su inicio el centrarse en las influencias sociales sobre el cambio científico y tecnológico, enfatizando el rigor académico a través del uso de los estándares de las ciencias sociales, y reconociendo como punto de partida la obra de Thomas Kuhn y la tradición de la sociología del conocimiento.

La cultura científica sigue definida en términos demasiado alejados de las enseñanzas que nos ofrecen los estudios CTS de alta iglesia, especialmente cuando atendemos al contexto mismo de práctica educativa, particularmente en lo que respecta al diseño de contenidos y el desarrollo de materiales. España es un buen ejemplo: cuando en 1993 se regularon los contenidos de Ciencia, tecnología y sociedad como nueva materia optativa de bachillerato¹³, estos contenidos difícilmente dejaron huecos para introducir temas de alta iglesia en la enseñanza. Casi todo el programa estaba dedicado a distinciones analíticas sobre la ciencia, la técnica y la tecnología, a problemas éticos o medioambientales, a cuestiones históricas sobre la Revolución industrial, etc. En general, las cuestiones más susceptibles de un tratamiento crítico eran planteadas centrandó el análisis más en las consecuencias que en los antecedentes sociales. Actualmente, la atención por cuestiones no propiamente científico-tecnológicas se hace prácticamente bajo la misma consideración en Ciencias para el mundo contemporáneo –la asignatura que en cierta forma ha venido a sustituir a aquella en la última reforma oficial en España.

48

Sin embargo, consideramos que una clave fundamental para lograr una cultura científica socialmente significativa reside, precisamente, en la consideración de que las cuestiones que atañen a las dimensiones humanas y medioambientales de la ciencia y la tecnología han de ser transmitidas como parte de esa misma enseñanza e, incluso, llevadas al aula de ciencias como identificativas de la naturaleza social de las propias prácticas tecnocientíficas.

Con respecto al primero de los casos, los estudios de caso CTS propios de la alta iglesia y, más actualmente, de la investigación CTS en general, ayudan a evitar el encerrar nuestra concepción de cultura científica en las fronteras marcadas desde lo disciplinar por los aspectos tecnocientíficos que están en cuestión en cada caso. Este es un asunto suficientemente desarrollado en la literatura especializada CTS: lo multidimensional de los problemas tecnocientíficos que deben ser abordados socialmente en el mundo actual hace que, a menudo, queden estrechos los planteamientos disciplinares tradicionales. Muy al contrario, ello obliga a hacer uso de una diversidad de conceptos, métodos o resultados procedentes de diversas disciplinas. Por

¹³ En la entonces vigente Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE), véase el Boletín Oficial del Estado (BOE) del 19-01-93.

ejemplo, estudiar la sostenibilidad de la población de salmón en un río no solo depende del conocimiento de genética del pez y sus condiciones biológicas de reproducción. Este es un conocimiento necesario pero no suficiente. La adecuada comprensión del problema y la identificación de las alternativas de acción también requiere conocer los usos económicos del río por parte de la población ribereña y los grupos de interés (empresarios locales o asociaciones de pescadores, entre otros), así como las posiciones e intereses al respecto de otros agentes sociales clave motivados por otras cuestiones políticas o ideológicas (ecologistas, gestores públicos, etcétera).

Ahora bien, el enfoque multidisciplinar encierra un peligro: el de perder los referentes de rigor tradicionalmente asociados a las disciplinas particulares, cuyas posibles consecuencias son aún menos deseables en el marco de la responsabilidad educativa. Desafortunadamente, es frecuente encontrar estudios que, amparados en lo multidimensional de una cuestión, utilizan conceptos difusos o no tienen una metodología clara. Por ello es importante tener en cuenta una disciplina matriz, con sus estándares de seriedad y rigor, y desde la cual ha de tener lugar la elaboración de un marco explicativo y de acción. Puede ser la filosofía, la historia, la sociología u otro ámbito de las ciencias sociales o la investigación en humanidades, pero es importante establecer un referente claro que evite la laxitud y la confusión.

Por otro lado, el segundo de los aspectos clave que hemos identificado como propicio para el acercamiento pedagógico a los estudios CTS se refiere a la posibilidad de utilizar sus marcos teórico-metodológicos en las explicaciones sobre las ciencias y las tecnologías. Hacer uso de conceptos típicos de alta iglesia durante la educación para la cultura científica –tales como «puntos de paso obligatorio», *boundary work* o «regresión del experimentador» (véase, en general, JASANOFF y OTROS, 1995)– no solo ayuda enormemente a transmitir la relevancia social de la ciencia y la tecnología al mostrar a la sociedad en el corazón de esa ciencia, sino que, además, facilita la motivación de los estudiantes para desarrollar sus propias opiniones sobre temas de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, el concepto de «flexibilidad interpretativa» es muy útil para reproducir controversias tecnocientíficas en el aula, para apreciar la relevancia de la incertidumbre y los supuestos valorativos y, en general, para transmitir la enseñanza de que la ciencia no habla con una sola voz.

En conclusión, a pesar de la tan temida simetría epistemológica y otros aspectos considerados tradicionalmente como riesgos relativistas, las investigaciones de los estudios CTS tienen un gran potencial para enriquecer el concepto de cultura científica y su enseñanza. Además, las temáticas que rodean a la tradición de alta iglesia han dejado de ser demasiado *rupturistas*, y en la actualidad sus trabajos son ejemplo de gran rigor de análisis, con

propuestas teóricas y metodológicas mucho más moderadas que las defendidas en la década de 1970. Es más, las ya mencionadas guerras de la ciencia nunca produjeron derramamientos de sangre en nuestras latitudes. Hoy es raro encontrar en este campo académico a portavoces del relativismo, y se ha restituido el papel causal de la naturaleza no solo en los nuevos enfoques sino también en los supervivientes más radicales de los primeros estudios CTS, como son la teoría de actor-red y la microsociología de Harry Collins.

5. CULTURA CIENTÍFICA Y ACTIVISMO CTS

La segunda línea de acción que defendemos como enriquecedora de una educación para la cultura científica es la aproximación de esta al activismo CTS –una orientación originariamente vinculada a la tradición de la baja iglesia.

La tradición CTS identificada como baja iglesia se origina principalmente en Estados Unidos, también en los años setenta. A diferencia de la alta iglesia, que permaneció en el área de influencia académica, los académicos de la baja iglesia se asociaron en su inicio a los movimientos contraculturales y sociales que trataban acerca de la comprensión y el control tradicional de la ciencia y la tecnología. Este movimiento está vinculado a nombres como Langdon Winner, Carl Mitcham, Paul Durbin o Steven Cutcliffe, mientras que sus antecedentes principales fueron pensadores-activistas como la ya mencionada Raquel Carson o Ernst Schumacher, así como las tradiciones romántica y pragmatista americanas de Ralph Waldo Emerson y John Dewey.

50

La baja iglesia fue una tradición que, si bien también se ocupaba del estudio de la dimensión social de la ciencia y la tecnología, en cambio centró su interés en las consecuencias sociales (más que los antecedentes) y en el relevamiento de los problemas éticos, políticos y ambientales. Otra diferencia con la tradición académica europea era que su marco analítico procedía, no ya de la sociología, sino de la filosofía, la historia y las humanidades. Finalmente se distinguía, precisamente, por su fuerte compromiso interdisciplinar y clara proyección práctica¹⁴ (que la identifica con la idea de movimiento activista. Véase Fuller [2001]).

Al hablar aquí de activismo CTS, teniendo en cuenta los orígenes señalados, nos referimos particularmente a una gran y multiforme diversidad

¹⁴ Aunque las fronteras tienden a difuminarse entre la alta y baja iglesia a partir de la década de los noventa, hay indicadores disciplinares, temáticos y sociológicos que apoyan la tesis de esta distinción en el origen mismo de los estudios CTS (véase, en general, GONZÁLEZ GARCÍA, LÓPEZ CERREZO y LUJÁN, 1996).

de maneras en que la sociedad se involucra en temas relacionados con la ciencia, la tecnología o el medio ambiente. Estas podrían ser: elaborar un informe con alcance normativo, dar una charla a compañeros, escribir una carta al director de un diario, realizar un trabajo de concienciación en el entorno escolar, organizar una sesión de teatro con propósito de denuncia, etcétera.

La diversidad de formas que puede asumir el activismo CTS es la misma que la que pueda tener el activismo civil en general, variedades que cuentan con las mismas fronteras que establece el sentido común, la costumbre moral y, por supuesto, las leyes. Con todo, emprender una acción para tratar de transformar un estado de cosas relacionado con la innovación científico-tecnológica o la intervención ambiental no es suficiente para delimitar el ámbito del activismo CTS. De otro modo nos veríamos obligados a calificar de activismo CTS a cualquier forma de protesta social relacionada con un perjuicio medioambiental o con las actividades sindicales de presión por pérdidas de puestos de trabajo debido a la automatización, por ejemplo¹⁵.

El activismo CTS, tal y como aquí lo entendemos, debe estar basado en el conocimiento CTS, es decir, en el conocimiento de los aspectos sociales (antecedentes y/o consecuentes) relacionados con la reglamentación o la actuación científico-tecnológica o medioambiental. Casos de activismo CTS son, por ejemplo, poner de relieve determinadas consecuencias sociales sobre la base del análisis del diseño de los artefactos y la denuncia de valores incrustados en dicho diseño; llamar la atención sobre los intereses a los que sirve una determinada política en ciencia o tecnología sobre la base de la sesgada representación social en la elaboración de la misma; denunciar el uso abusivo del conocimiento experto en la legitimación de ciertas líneas de actuación ambiental, a la luz de perspectivas científicas alternativas en la consideración del mismo asunto; o identificar la presencia de caducas cosmovisiones en actuaciones concretas de expolio de recursos naturales. El activismo CTS debe estar basado en la comprensión crítica de algún aspecto de las complejas relaciones dadas entre las coordenadas ciencia-naturaleza-sociedad y, por supuesto, en un intento de cambiar las cosas. De otro modo, dada la ubicuidad de la ciencia y la tecnología en el mundo actual, todo o casi todo debería ser llamado activismo CTS.

Partiendo de estas consideraciones, se desvelan dos maneras apropiadas y viables de aproximar adecuadamente la cultura científica al activismo CTS en el plano educativo. En primer lugar, está la manera en la que ya está siendo entendida la educación científica desde la perspectiva CTS, es decir,

¹⁵ Aunque este último podría tratarse de un caso de activismo CTS, no ha de serlo necesariamente. No lo sería, por ejemplo, si se corresponde con acciones motivadas únicamente por intereses económicos particulares.

cuando se parte del considerando de que «cultura científica» no sólo hace referencia a un conjunto descontextualizado de conocimientos científicos y destrezas tecnológicas. Esta cuestión nos remite a nuestra reflexión anterior sobre lo multidimensional de muchos de los asuntos científicos y tecnológicos que han de ser tratados en ciertas materias escolares, aunque en esta ocasión lo multidisciplinar ha de ser enfocado de forma diversa. Lo interdisciplinar es algo común tanto al enfoque CTS de alta como de baja iglesia, sin embargo en este caso nos estamos refiriendo a que son las consecuencias e implicaciones sociales y medioambientales de las prácticas científicas y tecnológicas las que han de ser tenidas en cuenta, y no ya las que emergen de atender a la ciencia como una práctica social y cultural ella misma, como señalábamos más arriba.

Como decíamos, aspectos externos y consecuentes desde los que valorar la ciencia ya están siendo atendidos en diversos tipos de asignaturas relacionadas con la ciencia y la tecnología. Sin embargo, aquí proponemos dar un paso más en esa vinculación de la cultura científica al activismo CTS, a saber, y dicho metafóricamente, sacando el aprendizaje de la cultura científica de las fronteras del aula escolar.

52

Se han desarrollado ya diversas formas de promoción del activismo CTS como componente de la educación en este segundo sentido. Un caso ejemplar de lo que podríamos identificar como «acciones CTS» en el campo de la educación para cultura científica lo encontramos en la apuesta que, desde hace años, hace la Universidad del estado de Pensilvania por el aprendizaje auto-dirigido como centro de su currículo CTS. Se trata de un proyecto de trabajo que, bajo el lema *Do something!* (¡Haz algo!), los estudiantes deben proponer, diseñar y llevar a cabo. En esta actividad, y bajo la supervisión de un responsable docente, los alumnos han de cumplir el objetivo de realizar una investigación interdisciplinar de inspiración CTS encaminada a resolver algún problema del mundo real, por ejemplo, estudiar las pautas de consumo eléctrico en un centro educativo y proponer medidas de ahorro de energía. El resultado de este tipo de experiencias didácticas es que los estudiantes obtienen un alto nivel de asimilación de los contenidos conceptuales requeridos por su proyecto, adquieren una profunda comprensión práctica de las cuestiones CTS y desarrollan una fuerte motivación respecto al desarrollo de opiniones e involucramiento personal en los asuntos sociales relacionados con la ciencia y la tecnología (PEARCE, 2001).

Un ejemplo similar, pero más reciente y sacado de nuestras propias fronteras, lo encontramos en el proyecto de colaboración entre diversos centros educativos de Iberoamérica «¿Qué hacemos con la basura?», el cual surgió espontáneamente de las actividades de capacitación dirigidas a los

profesores de ciencias promovidas por la OEI¹⁶. Dentro de esta iniciativa, cada docente lideraba un equipo de investigación compuesto por sus alumnos con el objetivo de averiguar y analizar los procedimientos por los que se procesan los desperdicios en sus respectivas comunidades o municipios. La misión compartida por la totalidad de grupos era la de poner los resultados de las investigaciones en conocimiento de la red de centros involucrados. Ello permitió, por un lado, dar a conocer qué formas alternativas a las propias existen de tratar de los residuos y, por otro, la valoración conjunta y comparada de todas esas posibles implementaciones procedimentales.

Este tipo de planteamientos didácticos presenta algunas ventajas claras: vincula el conocimiento a la acción, facilita la transferencia de conocimientos y propicia la participación formativa, es decir, lo que se suele defender como «aprender participando». Ponerlas en práctica significa entender la educación para la cultura científica en el sentido sugerido por Leonard Waks: proporcionar una comprensión contextual de la ciencia y la tecnología que ofrezca a los estudiantes las bases intelectuales para una ciudadanía responsable.

A la luz de lo tratado hasta aquí y dados los antecedentes del campo de trabajo en relación con la fértil co-determinación que se da entre los procesos de participación y aprendizaje sociales, el planteamiento general de apuesta por un acercamiento de la cultura científica al activismo CTS no debería ser demasiado polémico. Sin embargo, este acercamiento tiene sus propias dificultades. Una de ellas, más obvia, reside en la necesidad de emprender una supervisión de las actividades propuestas que garantice una actuación responsable, además de formativa, por parte de los educandos. Otra dificultad para el desarrollo de estas posibles acciones CTS estriba en el peligro de restar peso al componente formativo y terminar identificando CTS con trabajo social o simple activismo. Una adecuada selección de la técnica didáctica y una correcta planificación no deberían restar peso a la formación, sino más bien utilizar la actividad para reforzar esa formación y facilitar su proyección temática y temporal.

Por todo ello, nos gustaría, en último lugar, llamar la atención sobre la riqueza de la literatura especializada en este tipo de experiencias civiles vinculadas con nuevas formas de apropiación popular de cultura científica, ya que pueden ser fuente de inspiración y rigor para un vigoroso desarrollo didáctico de una educación para la cultura científica en el siglo XXI.

¹⁶ En concreto, a través de la Comunidad de Educadores para la Cultura Científica de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura, véase: www.oei.es/escuelaciencia.php.

En los últimos casi 30 años, desde el libro pionero de J. C. Petersen *Citizen Participation in Science Policy* (1984), se ha venido acumulando una abundante literatura sobre participación ciudadana en materia de ciencia y tecnología, con autores como Daniel Fiorino, Kristin Shrader-Frechette, Silvio Funtowicz, Ortwin Renn, Arie Rip y muchos otros. De hecho, este es un campo bibliográfico en el que van teniendo cada vez más protagonismo, incluso, los investigadores CTS de tradición más académica.

Lo interesante es que esta literatura contiene numerosas propuestas de mecanismos de participación y describe experiencias novedosas de implicación social que no siempre se acomodan a formatos tradicionales de participación. Todas ellas, adecuadamente adaptadas al contexto escolar, pueden ser fuente de inspiración para nuevas técnicas didácticas que permitan el desarrollo en el aula de experiencias de participación formativa.

Entre los casos descritos en este tipo de bibliografía, destaca por ejemplo la experiencia de las *Consensus Conferences*. Originarios de Dinamarca, los congresos de consenso consisten en reuniones abiertas al público en las que un panel de ciudadanos no expertos –de entre 10 y 16 miembros y con un moderador independiente– interroga a expertos convocados por los grupos de interés sobre los temas en cuestión, por ejemplo, aplicaciones biotecnológicas, polución medioambiental o alimentaria, etc. Aunque su decisión final no es vinculante, el informe popular con las conclusiones resultantes de estas sesiones se difunde públicamente, lo que hace que, en la práctica, estos congresos funcionen como una estupenda caja de resonancia social. De hecho, los congresos de consenso son uno de los ejemplos de participación deliberativa mejor valorados por los especialistas CTS precisamente por el importante componente de concienciación popular que tiene, tanto acerca de la importancia pública de la implementación de procedimientos democráticos para abordar este tipo de temas como sobre la suficiente capacidad que los ciudadanos corrientes tienen para participar en ellos¹⁷.

6. CONCLUSIONES: CULTURA CIENTÍFICA PARA LA EDUCACIÓN EN IBEROAMÉRICA

La ciencia ha sido un importante motor en innumerables avances de las sociedades contemporáneas. Pero para alcanzar tales logros se necesitó del concurso de la sociedad en su conjunto, no solo del trabajo de los

¹⁷ Existen ya propuestas didácticas en el contexto de la educación CTS que han mantenido un paralelismo con este y otros formatos de participación ciudadana. Un ejemplo son las llamadas Simulaciones CTS, desarrolladas en Iberoamérica por el Grupo Argo de Renovación Educativa (MARTÍN GORDILLO y LÓPEZ CEREO, 2000).

científicos e ingenieros. El especialista en política científica Amílcar Herrera concluyó, de hecho, que la gran diferencia entre los países desarrollados y las naciones en desarrollo, en concreto las de Latinoamérica (aunque podrían incluirse igualmente España y Portugal), residía en que en estas últimas los científicos habían trabajado largo tiempo en el vacío. Es decir, las medidas políticas tomadas en favor de la promoción de la ciencia y la tecnología en los países iberoamericanos se asemejaban más a ejemplos de filantropía que a auténticas políticas científicas, pues no existía una demanda real, ni política ni económica ni social, sobre sus posibles aplicaciones (HERRERA, 1971). Efectivamente, ese salto al vacío de los científicos sucedió largo tiempo, entre otros factores, por un desconocimiento de las potencialidades de la ciencia y de la ciencia misma por parte del resto de la sociedad.

Hoy en día, no son pocas las encuestas que todavía muestran un considerable déficit popular de cultura científica y, en general, un desinterés de la población iberoamericana por la ciencia, sus productos y sus instituciones. Esa percepción social está relacionada con el poco peso que aún tiene la cultura científica en la política y la economía de los distintos países. De hecho, si bien durante los últimos 25 años la región iberoamericana ha experimentado un considerable avance económico y cultural en el que la ciencia y la tecnología han desempeñado un papel fundamental, estas han sido en gran parte recursos importados. Huelga decir que en nuestra región existen aún importantes deficiencias educativas y, en general, una baja presencia de la ciencia en los medios de comunicación.

La situación iberoamericana es un claro ejemplo de por qué la cultura científica es todavía hoy un tema político de primera magnitud en el incremento de la riqueza cultural y material de ciertas naciones. Casi todos compartimos aún la necesidad de llevar la ciencia a las instituciones, a las empresas y a los ciudadanos. En este sentido, mejorar las políticas y el sistema productivo, incentivar vocaciones científicas en los jóvenes, elevar la cultura científica de los ciudadanos, incrementar la valoración y apoyo públicos de la ciencia, etc., son algunas medidas que han de ser implementadas. Con tal objetivo, podemos rescatar, finalmente, algunas de las consideraciones que hemos ido revisando en este trabajo:

- En primer lugar, los ciudadanos necesitan disponer tanto de información científica como de otros conocimientos que les permitan hacer uso de los mejores elementos de juicio posibles en tanto personas consumidoras, padres, empresarias o trabajadoras. En este sentido, debemos partir de una definición de cultura científica que nos ayude a tomar nuestras decisiones a diario, las cuales van desde qué comprar en el supermercado hasta aceptar, o no, a exponernos a una tecnología médica concreta.

- En segundo lugar, generar con éxito ese tipo de cultura científica en la ciudadanía es un proceso mucho más complejo que una simple cuestión de alcanzar cierto nivel de competencia, medible mediante cuestionarios tipo test. Se trata, más bien, de implementar acciones que tengan en cuenta que el sujeto del proceso de aprendizaje integra los elementos intelectuales adquiridos en un sistema propio de creencias y actitudes, entre los que tienen también una gran relevancia otros factores cognitivos y psicológicos, y respecto de los cuales, además, el involucrarse personalmente adquiere una importante influencia.
- En tercer lugar, una cultura científica que se precie de responder a los anteriores requisitos ha de concebirse entonces, e igualmente, como una forma de cultura crítica y responsable. Es decir, tiene que incluir información no solo acerca de los beneficios potenciales de la ciencia sino también de sus incertidumbres, de sus riesgos y de los interrogantes éticos que pueda plantear. De la misma forma, la cultura científica popular debe ser un elemento cultural potenciador en los individuos de este tipo de cuestionamientos y de una actuación social en consecuencia.

56

Durante demasiado tiempo una pared de cristal ha separado la enseñanza de las ciencias de la enseñanza de las humanidades. Aquel era un mundo de hechos, de conocimiento fáctico y natural, y este de valores, de opiniones falibles. Es una distinción que refleja la más tradicional separación de hechos frente a valores que está a la base de cosas tales como la consideración del conocimiento científico-tecnológico como una esfera separada de la cultura y la sociedad, sujeta a su propia lógica y ajena a influencias políticas o ideológicas. Hecho que, a su vez, ha posibilitado durante décadas la viabilidad en democracia de modelos tecnocráticos de gestión de aquellos ámbitos públicos vinculados a ese conocimiento (SANZ MERINO, 2008).

Sin embargo, si algo nos ha enseñado la investigación CTS en los últimos 30 años es lo insostenible de esa separación rígida entre los mundos factual y valorativo. Del mismo modo que nuestra producción de juicios de valor está basada en la consideración de los hechos, nuestra comprensión de los hechos (también) está mediada por nuestra posesión de valores. No hay un mundo de los hechos libre de valores, del mismo modo que no hay una eficiencia absoluta no dependiente de algún fin o propósito. De la misma forma, aprender a hacer ciencia y aprender a usar la tecnología, o simplemente conocer cómo ellas funcionan, son también prácticas vinculadas a la valoración de estas así como a su comprensión como actividades que son ellas mismas importantes acercamientos valorativos hacia el mundo y la sociedad.

Por todo ello consideramos que ni el contenido ni el significado de cultura científica pueden simplemente restringirse a un conjunto de saberes científicos y destrezas tecnológicas, sino que su significatividad está vinculada a su potencial para generar opiniones, decisiones y acciones ciudadanas igualmente justificadas y motivadas por consideraciones sociales y humanísticas. Esta es la visión desde la cual creemos ha de ofrecerse la definición de cultura científica y desde la misma ofrecemos nuestra propuesta sobre la misión que ha de tener hoy en día la educación para la cultura científica: la de formar ciudadanos que tengan conocimiento del papel y dimensiones sociales de la ciencia y la tecnología, capacitándolos para actuar en su vida diaria, así como motivándolos para involucrarse en los debates sociales y políticos sobre estos temas. Todo ello requiere, en nuestra opinión, hacer de las aulas lugares de aprendizaje crítico, de protagonismo social y de participación cívica; en suma, hacer de los centros educativos, a través del encuentro entre el conocimiento y la acción, laboratorios de práctica democrática.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUER, Martin W., ALLUM, N. y MILLER, S. (2007). «What Can We Learn from 25 Years of PUS Survey Research? Liberating and Expanding the Agenda». *Public Understanding of Science*, vol. 16, n.º 1, pp. 79-95.
- BUCCHI, M. (2008). «Of Deficits, Deviations and Dialogues: Theories of Public Communication of Science», en Massimiano BUCCHI y Brian TRENCH (eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Nueva York: Routledge.
- y TRENCH, B. (2008) (eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Nueva York: Routledge.
- BUSH, V. (1945). *Ciencia: la frontera sin fin*. Informe. Oficina de Investigación y Desarrollo Científico. Washington, DC: United States Government Printing Office. Disponible en: www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm.
- CASTELLS, M. (1996). *La era de la información*, 3 vols., Madrid: Alianza.
- CHOPYAK, J. y LEVESQUE, P. N. (2002). «Community-Based Research and Changes in the Research Landscape». *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 22, n.º 3, pp. 203-209.
- COLLINS, H. M. y EVANS, R. (2002). «The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience». *Social Studies of Science*, vol. 32, n.º 2, pp. 235-96.
- DURANT, J. y OTROS (2000) «Two Cultures of Public Understanding of Science and Technology in Europe», en Meinolf DIERKES y Claudia VON GROTE (eds.), *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers.
- FIORINO, D. J. (1990). «Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms». *Science, Technology, & Human Values*, vol. 15, n.º 2, pp. 226-43.
- FISCHER, F. (2000). *Citizens, Experts, and the Environment: The Politics of Local Knowledge*. Durham-Londres: Duke University Press.

- FULLER, Steve (2001). «¿Se han extraviado los estudios de la ciencia en la trama kuhniana?: sobre el regreso de los paradigmas a los movimientos», en A. IBARRA y J. A. LÓPEZ CERZEZO (eds.). *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva-OEI.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M. I., LÓPEZ CERZEZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- HACKETT, E. y OTROS (eds.) (2007). *Handbook of Science and Technology Studies*, 3.ª edición. Londres: Sage.
- HART, E. P. y ROBOTOM, I. (1990). «The Science-Technology-Society Movement in Science Education: A Critique of the Reform Process». *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 27, n.º 6, pp. 575-88.
- HERRERA, A. (1971). *Ciencia y política en América Latina*. México: Siglo XXI.
- IRWIN, A. (1995). *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. Londres: Routledge.
- JASANOFF, S. y OTROS (eds.) (1995). *Handbook of Science and Technology Studies*. Londres: Sage.
- JOSS, S. y DURANT J. (eds.) (1995). *Public Participation in Science: The Role of Consensus Conferences in Europe*. Londres: Science Museum/European Commission Directorate General XII.
- LEWENSTEIN, B. (1995): «Science and the Media», en S. JASANOFF y OTROS (eds.) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*. Londres: Sage, pp. 343-360.
- LÓPEZ CERZEZO, J. A. (ed.) (2003). *La democratización de la ciencia*. San Sebastián: Erein.
- y LUJÁN, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.
- (2004). «Cultura científica y participación formativa», en F. J. RUBIA y OTROS (eds.). *Percepción social de la ciencia*. Madrid: Academia Europea de Ciencias y Artes/UNED.
- LÓPEZ CERZEZO, J. A. y CÁMARA HURTADO, M. (2009). «La cultura científica en España», en M. J. ARIAS-SALGADO (coord.), *El español, lengua para la ciencia y la tecnología. Presente y perspectivas de futuro*. Madrid: Santillana-Instituto Cervantes.
- LÓPEZ CERZEZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*. Madrid: Alianza.
- LÓPEZ CERZEZO, J. A., MÉNDEZ SANZ, J. A. y TODT, O. (1998). «Participación pública en política tecnológica: problemas y perspectivas», revista *Arbor*, vol. CLIX, n.º 627, pp. 279-308.
- MANSOUR, N. (2011). «Science-Technology-Society (STS): A New Paradigm in Science Education». *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 29, n.º 4, pp. 287-97.
- MARTÍN GORDILLO, M. y LÓPEZ CERZEZO, J. A. (2000). «Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS y su implantación educativa», en M. MEDINA y T. KWIATKOWSKA (eds.), *Ciencia, tecnología / naturaleza, cultura en el siglo XXI*. Barcelona: Anthropos.
- MARTÍN GORDILLO, M., OSORIO C. y LÓPEZ CERZEZO, J. A. (2001). «La educación en valores a través de CTS», en HOYOS VÁSQUEZ y OTROS, *La educación en valores en Iberoamérica*. Madrid: OEI.
- MILLER, J. D. (1983). «Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review». *Daedalus*, vol. 112, n.º 2 (primavera), pp. 29-48.

- (2000): «The Development of Civic Scientific Literacy in the United States», en D. D. KUMAR y D. E. CHUBIN (eds.), *Science, Technology and Society. A Sourcebook on Research and Practice*. Nueva York: Kluwer Academic-Plenum Publishers, pp. 21-48.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (1993). Ley Orgánica General del Sistema Educativo (LOGSE), Orden del 19 de enero de 1993, *Boletín Oficial del Estado* (BOE), Madrid.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION (NCF) (1998). «Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding». *Science & Engineering Indicators 1998*. Disponible en: www.nsf.gov/statistics/seind98/pdfstart.htm, [consulta: 2004].
- PEARCE, J. M. (2001). «The Use of Self-Directed Learning to Promote Active Citizenship in STS Classes». *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 21, n.º 4, pp. 312-21.
- PETERS, H. P. (2008). «Scientists as Public Experts», en Massimiano BUCCHI y Brian TRENCH (eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*. Nueva York: Routledge.
- PETERSEN, J. C. (ed.) (1984). *Citizen Participation in Science Policy*. Amherst: University of Massachusetts Press.
- PRICE, R. F. y CROSS, R. T. (1995). «Conceptions of Science and Technology Clarified: Improving the Teaching of Science». *International Journal of Science Education*, vol. 17, n.º 3, pp. 285-93.
- RENN, O., WEBLER, T. y WIEDEMANN, P. (eds.) (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation*. Dordrecht: Kluwer.
- RIP, A., MISA, T. y SCHOT, J. (eds.) (1995). *Managing Technology in Society. The Approach of Constructive Technology Assessment*. Londres: Pinter.
- ROW, G. y FREWER, L. (2000). «Public Participation Methods: A Framework for Evaluation». *Science, Technology and Human Values*, vol. 25, n.º 1, pp. 3- 29.
- SANZ MERINO, N. (2008). «Apropiación política de la ciencia: origen y evolución de una nueva tecnocracia». *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol. 4, n.º 10, pp. 85-123.
- (2011). «Cultura científica: ensoñación de democracia», en A. MENÉNDEZ VISO y J. GIL MARTÍN (eds.). *La somnolencia de la razón. Reflexiones sobre organización social, economía y bienestar en tiempos de crisis*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- SOLOMON, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society*. Buckingham: Open University Press.
- TYTLER, R., DUGGAN, S. y GOTT, R. (2001). «Public Participation in an Environmental Dispute: Implications for Science Education». *Public Understanding of Science*, vol. 10, n.º 4, pp. 343-64.
- VISIONS COMMITTEE REPORT (2003). Documento de trabajo, S. Fuller (chair), Society for Social Studies of Science (4S).
- WEBLER, T. y TULER, S. (2002). «Unlocking the Puzzle of Public Participation», *Bulletin of Science, Technology & Society*, vol. 22, n.º 3, pp. 179-89.
- WITHNEY, S. B. y DAVIS, R. (1999). *News Media Study, 1957*. Ann Arbor, MI: Inter-university Consortium for Political and Social Research.
- YAGER, R. E. (1996). *Science/Technology/Society as Reform in Science Education*. Albany, Nueva York: State University of New York Press.

CULTURA CIENTÍFICA *VERSUS* HUMANÍSTICA: A CTS É O ELO?

Walter Antonio Bazzo*

SÍNTESE: Este artigo resulta das várias indagações que fazem parte de minha atuação na área científico-tecnológica. A pergunta-chave para iniciar o debate é: Afinal, o que é a «CTS»? Um novo campo de estudos? Uma nova abordagem epistemológica ou o resgate dos valores humanos na difusão da cultura científica? Será que, contraditoriamente ao que pensamos ser uma educação «CTS», estamos «academizando» em demasia estes estudos e, de forma similar à ciência convencional, deixando-os muito distantes da função educacional? Tal aspecto me preocupa principalmente em relação ao Ensino Médio que, por ser o espaço e o tempo da formação da personalidade juvenil, enfrenta ainda diversas dificuldades em relação à formação dos valores humanos. Com este dilema e com novas leituras, encontrei similaridade com minhas preocupações em Erich Fromm, para desvendar esta questão do dissociamento da cultura científica da cultura humanística. Além dele, alguns outros importantes autores me serviram de suporte para essas reflexões: Ellul, Mumford, Ortega y Gasset – mais recentemente, Barber, Diamond, De Masi, Herman, Klein entre outros. Para os meus propósitos de análise, fica evidente que difundir a cultura científica apartada da cultura humanística no Ensino Médio pouco contribui para o desenvolvimento pleno do ser humano. E a «CTS» – da forma que a concebemos atualmente – poderia ser, sim, o elo entre estas duas culturas.

Palavras-chave: cultura científica; cultura humanística; ensino médio; «CTS»

CULTURA CIENTÍFICA VERSUS CIENCIAS HUMANAS, ¿LA CTS ES EL PUENTE ENTRE LAS DOS?

SÍNTESIS: Este artículo es el resultado de varias investigaciones realizadas en el curso de mis actividades en el área científico-tecnológica. La pregunta clave para iniciar el debate es: ¿qué es realmente la «CTS»? ¿Un nuevo campo de estudios? ¿Un nuevo abordaje epistemológico, o el rescate del humanismo en la difusión de la cultura científica? ¿Será que, contrariamente a lo que pensamos de una educación «CTS», «academizamos» esta materia, y de forma similar a la ciencia convencional nos distanciamos de la función educativa? Este aspecto me preocupa principalmente en relación a la Educación Secundaria, que constituye el espacio y el tiempo de la formación de la personalidad juvenil, pero que sin embargo enfrenta todavía

* Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Mecânica (Brasil).

dificultades varias en la formación de los valores humanos. Partiendo de esta premisa y de nuevas lecturas encontré entre mis preocupaciones y las de Erich Fromm varias similitudes, que me permiten una mayor comprensión de la disociación entre cultura científica y cultura humanística. Además de Fromm, otros importantes autores sirven como soporte en estas reflexiones: Ellul, Mumford, Ortega y Gasset –y más recientemente, Barber, Diamond, De Masi, Herman o Klein entre otros–. En mi análisis, es evidente que la enseñanza aislada durante la Enseñanza Secundaria de la cultura científica y las ciencias humanas, poco contribuye al desarrollo pleno del ser humano. Y la «CTS» –como es concebida actualmente– puede ser efectivamente el puente entre estas dos culturas.

Palabras clave: cultura científica; cultura humanística; enseñanza secundaria; «CTS».

SCIENTIFIC CULTURE VERSUS HUMAN SCIENCES, IS CTS A BRIDGE BETWEEN THE TWO OF THEM?

ABSTRACT: This article is the result of several investigations in the course of my activities in the science-technology area. The key question to start the debate is: What is really a CTS? A new field of study? A new epistemological approach or the rescue of the humanism in the diffusion of scientific culture? Could it be that, against to what we think of CTS education, we make academic that matter and in a similar manner to conventional science we distance ourselves from the educational role? This aspect worries me mainly in relation to secondary education, which is the space and time for youth personality formation, but that however still faces several difficulties in the formation of human values. Based on this premise and new readings I found among my concerns and the ones of Erich Fromm several similarities that allow me a greater understanding of the dissociation between scientific and humanistic cultures. In addition to Fromm, other important authors serve as support in these reflections: Ellul, Mumford, Ortega y Gasset –and more recently, Barber, Diamond, De Masi, Herman o Klein amongst others. In my analysis it's clear that teaching isolated during secondary education in the scientific culture and the human sciences contribute a little to the development of the complete human being. And the CTS –as conceived today– may indeed be the bridge between these two cultures

Keywords: scientific culture; humanistic culture; secondary education; «CTS».

1. O FOCO DESTA QUESTÃO

Há muito tempo, procuro atuar em prol de uma educação que busca valores humanos indispensáveis para a efetivação de uma sociedade mais justa e igualitária. Com este propósito, na maioria das vezes, tenho me atido a relatar, academicamente, experiências, a criar conceitos, a expor ideias e, de modo «comportado», a propor alternativas para uma educação científica menos convencional e capaz de estabelecer uma relação verdadeiramente humana, mais efetiva e mais próxima à felicidade.

Confesso que, vendo os resultados concretos na educação, primordialmente no ensino básico, isto tem me parecido insuficiente, mesmo contando com excelentes aportes «CTS»¹ nas mais diferentes publicações. A demora em uma real abordagem relativa a estes conceitos e preocupações – refiro-me a uma aproximação mais contundente entre a cultura científica/tecnológica e a cultura humanística – levou-me a procurar novos aportes teóricos, o que me conduziu a alguns autores que, por sua ausência nas prateleiras dos mais vendidos atualmente, ou por dificuldades em encontrá-los pela antiguidade da publicação, raramente são trazidos para nossa reflexão².

Para os propósitos aqui definidos, o principal desses autores, sem dúvida, foi Erich Fromm (1982, 1968). Os demais – Mumford (1956), Ellul (1968) e Ortega y Gasset (1998), apesar de irrefutável importância –, ficaram mais diluídos nas minhas leituras, especificamente por colaborarem em grande parte na produção das assertivas ora apresentadas. Pela similaridade e proximidade da minha angústia com os tempos mais atuais, busco ainda em Barber (2008, 2005), Diamond (2006a-b), De Masi (2003), Herman (2001) e Klein (2008) reforços para tencionar as reflexões em torno da temática. Os posicionamentos de alguns outros estudiosos na área – ver *site* OEI³ – também foram consultados e, quando citados, estão identificados na nota de rodapé. Na maioria das vezes, eles emprestaram mais suas ideias do que citações textuais. Ainda assim, considero que as suas referências são indispensáveis.

Na mescla dos autores supramencionados, é notório que alguns são novidades no «campo» «CTS», sobretudo por procurar, em princípio, difundir a cultura científica como catalisadora de um interesse maior pelas questões tecnológicas por parte dos jovens do ensino médio. Talvez eles reforcem com mais contundência – e por isso embasam este estudo – a indissociabilidade explícita que deve haver entre a cultura científica e humanística para que, realmente, a meu ver, tratemos a ciência e a tecnologia de forma epistemologicamente correta.

Toda vez que me deparo com os mais variados posicionamentos relativos à produção científico-tecnológica, nas diferentes publicações – independentemente das áreas de especialidade – renovo minha concordância com Snow (1995) ao afirmar que, em se tratando do conhecimento, só chegaremos a uma harmonia quando unirmos a área humana com a científico-tecnológica

¹ Estou usando CTS entre aspas por um motivo conceitual dentro deste artigo. Ainda me pergunto o que é, afinal, a CTS? E, enquanto a pergunta persistir, continuarei me apoiando no conceito praticado ainda entre os estudiosos da área.

² Sobre a questão da dificuldade e da necessidade de ter acesso aos teóricos da «cts» da metade do século xx ver artigo publicado em <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0032.htm>

³ <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion.htm>

ao tempo em que tivermos também clareza quanto à importância do *ser* em relação ao *ter*. Enquanto isso não acontecer, não passará de devaneio qualquer outra tentativa de imprimir uma reflexão mais aprofundada sobre o relacionamento harmônico entre ciência/tecnologia/sociedade, conhecido hoje como movimento «CTS».

De minha parte, insisto que falar em cultura científica, cultura humanística, «CTS» ou qualquer outro tema correlato, sem levar em consideração as diferenças fundamentais entre o *ter* e o *ser*, por extensão, a questão do consumo e do comportamento ideológico perante a utilização das tecnologias disponíveis, me parece querer escamotear um problema que é dotado de inúmeras variáveis, além das eminentemente técnicas.

A característica de irrelevar as inúmeras variáveis – notadamente as centradas no homem –, ao que indica, é reflexo da superlativa valorização que emprestamos à técnica em detrimento dos valores humanos. Já discuti questão semelhante, quando abordei o tema do ensino em engenharia, no meu livro *Ciência, tecnologia e sociedade*, (BAZZO, 2011). Sem dúvida, essa problemática pode ser deslocada e, com mais propriedade, incorporada às discussões da formação dos jovens na educação básica que tem, pelo menos, em tese, a possibilidade e a capacidade de contribuir para a construção da personalidade, da intelectualidade e da inteligência/sensibilidade, além da ética e da moral dos jovens estudantes.

64

Obviamente, a questão é fulcral, o que me faz reforçar o estabelecimento de uma defesa mais contundente da educação mais do que simplesmente o estabelecimento de um novo «campo de pesquisa» do dito «enfoque CTS». Isso não implica, entretanto, abandonar – muito pelo contrário –, a exploração das atualizadas reflexões epistemológicas da área, por certo indispensáveis para este intento. Apesar de certas correntes contrárias, que veem a ciência e a tecnologia como constructos humanos neutros, precisamos ter claro que elas foram, são e serão sempre influenciadas por normas e maquinações sociais e culturais, as quais têm como mira o poder político-econômico, seja para mantê-lo, seja para conquistá-lo.

Em curto prazo, a tendência da tecnologia, via alguns homens e mulheres já «formatados» será homogeneizar todos os processos pelos quais os seres humanos vivenciam. Em longo prazo, esses processos constituirão os homens e as mulheres, que responderão também de maneira padronizada. É isto mesmo? De certo modo, observamos um apagamento das diferenças culturais e científicas. Será a tecnologia a vilã?

De fato, a crença ora em vigor, difundida em especial pelos centros de excelência, tem contribuído significativamente para uma concepção que

tende a arrasar certas culturas estabelecidas, mediante a usurpação dos valores humanos mais caros e o estímulo a um comportamento padrão: do lucro, do consumo, do *ter*, independentemente das questões de ordem humana. A seguir, os desdobramentos dessas provocações aqui iniciadas.

2. A LITERATURA COMO SUBSÍDIO

Tenho sido um pouco pessimista com a enormidade de cursos extemporâneos, que se aplicam e se multiplicam em diferentes setores da educação, buscando suprir a falta de reflexão que atinge nossos jovens que passam pelos bancos escolares. Esses cursos extemporâneos, como a grande maioria das «soluções» educacionais, atropelados pela dinâmica incontestada do desenvolvimento científico e tecnológico, buscam situações mágicas que, em grande parte, são apenas lenitivos que nos escondem a raiz do problema.

Tal atitude ou comportamento acaba, às vezes, sendo contraditório com nossa própria convicção epistemológica ao estarmos aumentando a «avalancha» de informações – já exaustivamente disponível nos aparatos mediáticos – em detrimento da capacidade de ler que se perde nas infindáveis possibilidades de entretenimentos telegráficos que afastam cada vez mais nossos estudantes da análise, da reflexão e do pensar. Pode ser utopia querer trazê-los para a cultura da leitura. Por outro lado, penso que as escolas, as burocracias educacionais e, mesmo nós, educadores, ao não realçarmos mais isso, estamos caindo numa malha que nos envolve e nos afasta definitivamente da busca das soluções das verdadeiras agruras do homem contemporâneo. Talvez aí se assente o distanciamento abissal entre a cultura científico/tecnológica e a cultura humana.

2.1 NÃO É DA ÁREA!

Costuma-se dizer que a «área CTS» pertence à educação científica e tecnológica e por isso seus conceitos, aprendizados e ensinamentos devem ser oriundos das ciências ditas «duras» para ela não se tornar apenas um discurso vazio da falta de pragmatismo de pensadores, digamos, um pouco afastados da realidade competitiva do mundo contemporâneo. Para mim, e de modo bastante categórico, é nisso que reside tal distanciamento entre a cultura humana e a tecnológica. Inclusive por parte daqueles que, com a melhor das intenções, estão trabalhando «CTS» como se fosse apenas uma nova abordagem mais *light*, visando atender aos constantes apelos dos estudiosos que dizem que a tecnologia está se afastando dos valores humanos.

A questão é mais profunda. Não se trata apenas de adendos ex-temporâneos e sim de «mesclas» teóricas que são capazes de demonstrar, principalmente para aqueles que estão sendo educados no Ensino Médio, que a intersecção *ciência, tecnologia e sociedade* é «intestinal», é indispensável e é urgente de ser implantada. Sobre essa complexa relação, Cerezo⁴ faz um alerta, nas páginas da OEI, acerca do Ativismo CTS, em *El debate: es hora de pasar a la acción*, assim como Mariano Gordillo⁵, Carlos Osório⁶, Pereira⁷, também eu⁸ e outros que, prontamente com ele, concordamos e nos propusemos a colocar mais urgência nessa discussão e na necessidade de mais leituras críticas e multi-referenciais.

3. TANTO ANTES QUANTO AGORA

As questões que dizem respeito ao distanciamento da cultura científica da humanística remontam há muito tempo. No início do século XX, principalmente com o advento da I Guerra Mundial, os aparatos bélicos já eram completamente dependentes da evolução científica e tecnológica, o que fazia detonar um sentimento de confronto poder/felicidade entre aqueles humanistas, aliados do processo de desenvolvimento voraz do produzir/consumir/matar/vencer.

66

Autores que nem sequer «sonhavam» com a sigla «CTS» já traziam esta preocupação, talvez com um pouco mais de amplitude do que se faz atualmente, fundamentados na proximidade mais acentuada das áreas do conhecimento que, ainda se mesclavam, pensando um pouco mais no homem do que na máquina também como fruto do avanço desenfreado da revolução industrial. Mumford, Ellul, Ortega y Gasset, todos eles mais próximos dessa discussão estabeleciam muito acentuadamente algumas questões que poderiam ser discutidas para minimizar o fosso que, mais tarde, na década de 50, Snow caracterizaria como sendo o distanciamento entre a área científico-tecnológica e a área humanística.

Mas, dentro da preocupação suscitada, considerado um «invasor» na seara «CTS», naquela época ainda inóspita, Erich Fromm colocou o «dedo na ferida» e mostrou que as questões sociais e humanas dependem muito mais da variável Ser Humano do que da variável Máquina. Foram inúmeros

⁴ <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0031.htm>; <http://www.oei.es/cienciayuniversidad/spip.php?article352>

⁵ <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0005.htm>

⁶ <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0072.htm>

⁷ <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0081.htm>

⁸ <http://www.oei.es/divulgacioncientifica/opinion0064.htm>

tratados, que quando não focavam explicitamente o problema, ao menos tangenciavam as questões aqui discutidas. Dentre suas obras, destaco «Ter ou Ser?», editada no Brasil, em 1982, mas escrito originalmente, em 1976, nos EUA. Nessa época, o movimento «CTS» já se estabelecia embrionariamente em alguns países do mundo.

Esse livro (*Ter ou Ser?*), pela tese apresentada, possibilita que os alunos, principalmente do Ensino Médio, saibam da grande enrascada em que nos encontramos se não conseguirmos harmonizar o desenvolvimento científico/tecnológico com o desenvolvimento humano. Sua leitura remete-nos às mais variadas reflexões sobre a vida. Análise para ser feita desarmado de qualquer rejeição às ideias que podem bater de frente com nossas convicções mais profundas de que o desenvolvimento humano está atrelado ao desenvolvimento científico/tecnológico. Este livro – juntamente com a *Revolução da Esperança* (FROMM, 1968) – resenha e culmina – em parte é lógico – a vata obra de Fromm.

Polêmico, sem dúvida, como toda posição radical, mas, sobretudo pela sua interpretação pessoal do dogma cristão e do marxismo, aos quais despoja do caráter revolucionário e de doutrina social, Fromm quer estudar e entender as metas do indivíduo. Para atingir tais metas, ele propõe um programa de oito pontos através do qual postula um crescimento limitado e seletivo – aqui é impressionante a atualidade de tais metas, apesar de terem sido escritas em meados do século passado –, apenas para evitar o colapso econômico e como garantia das satisfações psíquicas e afetivas.

Evidentemente, como premissa ter-se-ia que frear a produção industrial tendente a um «fascismo tecnológico com a face sorridente», banimento da «economia de mercado» e restabelecer as possibilidades de iniciativa individual na vida, «e não nos negócios». Fromm é o primeiro a reconhecer as dificuldades do seu plano, «em vista do poder das empresas» e da «apatia e fragilidade de grandes segmentos da população» e do desenfreado apelo ao consumo. Ainda assim, ele apresenta os aspectos que a nova sociedade terá que solucionar de uma maneira ou outra. Tanto antes como agora, eles seguem sendo os mesmos, talvez, apenas com outra «roupagem». Então, vejamos:

- Ela teria que solucionar o problema de como continuar o modo de produção industrial sem total centralização, isto é, sem chegar a um tipo de fascismo à maneira antiga ou, mais provavelmente, a um «fascismo tecnológico com a face sorridente».
- Teria que combinar um planejamento geral com alto grau de descentralização, acabando com a «economia de livre mercado», que se tornou em geral uma ficção.

- Teria que acabar com a meta de crescimento ilimitado, estabelecendo em seu lugar, uma meta de crescimento seletivo, sem correr o risco de colapso econômico.
- Teria que criar condições de trabalho e um espírito geral em que o ganho material não fosse a motivação eficaz, mas satisfações psíquicas e afetivas.
- Teria que estimular o progresso científico, e ao mesmo tempo, evitar que este progresso se transformasse em perigo para a espécie humana em sua aplicação prática.
- Teria que criar condições sob as quais as pessoas sentissem bem-estar e alegria, e não a satisfação no sentido de obter o prazer máximo.
- Teria que proporcionar segurança básica aos indivíduos, sem torná-los dependentes de uma burocracia que os alimentasse.
- Deverá restaurar as possibilidades de iniciativa individual na vida, e não nos negócios – onde já quase não existe de modo algum (FROMM, 1982, pp. 171-172).

Alguém poderia ver muita diferença com aquilo que exaustivamente estamos discutindo em relação à civilização contemporânea? Poderíamos resolver estas questões sem uma efetiva aproximação e entendimento da cultura científico/tecnológica e da cultura humanística? A «CTS» da forma como vem sendo entendida e praticada dentro do campo educacional tem servido de «elo» para que isso efetivamente ocorra? São muitas as perguntas que se formulam, que se debatem, mas que raramente encontram reflexões na busca de resposta dentro do ensino e, de forma mais agravada, no Ensino Médio.

Com essas provocações, reforço a indicação da leitura, por ser indispensável, e ao mesmo tempo me dirijo mais especificamente ao professor que labuta na educação científico/tecnológica do Ensino Médio. Quase sempre, por tradição das profissões decorrentes da área e dos programas educacionais estabelecidos pelo poder hegemônico, ele deduz que as questões humanas podem ser dispensáveis – para quem pensa em formar continuadores do «progresso» atrelado apenas à produção em massa de bens tecnológicos, que parecem nos conduzir à resolução dos problemas sociais de um modo geral, o que conduziria à felicidade plena. No entanto, creio que, ao invés dessa transmissão linear e ingênua, o professor poderá incutir nos jovens outra «cultura», aqui chamamos de *cultura da leitura*. Esta poderá aproximar a cultura científico/tecnológica da cultura humanística.

Para concluir este primeiro raciocínio temporal, imerso nas breves reflexões derivadas das obras de Fromm, pode-se mostrar que tanto antes como agora, o *ter* vem suplantando o *ser* e, por consequência, a cultura científico/tecnológica tem sido a dominante em relação à cultura humanística.

4. TANTO AGORA COMO ANTES

Cursos extemporâneos e mudanças em grades curriculares não parecem ser a solução plausível. Aumento de carga horária nos já comprometidos tempos gastos para cumprir tarefas adestradoras, muito menos. Parece-me bastante pertinente, repetindo meu raciocínio anterior, recorrer à literatura de pensadores que veem o mundo de forma mais holística e que mostram que só uma equação n-dimensional pode modelar e resolver, ao menos em parte, problemas atuais da humanidade; e que para isso são necessários novos elementos nessa busca incessante por mais igualdade entre todos.

Num trabalho apresentado no COBENGE 2011⁹, evidenciamos a necessidade de motivar os alunos de engenharia – e agora utilizo a mesma razão para os estudantes do Ensino Médio – para uma formação mais sólida, reflexiva e humanística. Ressaltamos ainda que os subsídios para tal empreendimento poderiam ser encontrados na leitura de «novos» autores, às vezes ausentes dos estudos correntes da academia. A base para a nossa lógica vem calcada numa premissa recorrente: educar não é treinar, é construir. E a construção, por se renovar a cada instante, necessita de mais fundamentação do que aquela estritamente relativa à área de estudos.

Nessa atual percepção da sistemática de trabalharmos conteúdos que reúnam ciência, tecnologia e valores humanos, alguns novos autores que não transitam nas hostes da «CTS», são de importância capital. Neste aspecto, o professor – novamente ele – tem que ter capacidade e discernimento para detectar quais são as variáveis que influenciam a compreensão da relação existente entre ciência tecnologia e sociedade.

Sou bastante radical em dizer que todas as variáveis que digam respeito à vida e ao homem estão atreladas a essa compreensão. Contudo, por não termos vida útil suficiente para trabalharmos com a totalidade delas, elegi algumas. Sendo o consumo desenfreado a principal incógnita para a aproximação entre as culturas profundamente calcadas entre o *ser* e o *ter*,

⁹ Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - <http://www.nepet.ufsc.br/artigos.php?p=0> com o título «Uma equação de várias incógnitas» de autoria de Walter Antonio Bazzo e Luiz Teixeira do Vale Pereira.

me parece de importância capital pensar sobre o comportamento dos jovens, que estão sempre expostos a uma mídia comprometida com os preceitos do consumo. Vender a todo custo, eis a lógica da cultura do lucro – que poderia ser aqui confundida com a cultura tecnológica, por isso precisa ser estabelecida e cotidianamente renovada. Até aqui, os elementos colocados para discussão reforçam a complexidade dessa equação n-dimensional. Como estabelecer e renovar uma cultura tecnológica em prol do desenvolvimento humano?

Creio que a busca de respostas para essa questão poderia instigar os estudantes à curiosidade de aprender em várias fontes. Cientes de que a cultura estabelecida é rígida e a leitura passou a ser uma tarefa «assustadora» pelo «consumo» de tempo – numa sociedade cada vez mais comprometida com o pragmatismo (com os princípios da utilidade e do uso), ousou apostar na provocação através desta «ferramenta». Estabelecendo sempre a complexidade dos problemas multifacetados implicados na educação tecnológica, através de apontamentos reflexivos em sala de aula, devemos remeter os alunos aos livros¹⁰, para que essas incógnitas comecem a ser conhecidas e decifradas.

5. UMA «EMBRULHADA» MAIS HUMANA QUE TECNOLÓGICA

O novo direcionamento cultural, proposto no item anterior, promoveu meu encontro com Benjamim Barber (2008). Ao tratar sobre o consumo, ele coloca como um tema central a questão das liberdades e do desenvolvimento sustentável. A linha mestra de seus textos nos leva a pensar na «embrulhada» em que a sociedade humana vem se metendo pela voracidade do consumo.

Num estudo sobre democracia e capitalismo – que indiretamente promovem o consumo exacerbado –, Barber mostra como o *etos* infantilista priva a sociedade de cidadãos responsáveis e substitui bens públicos por mercadorias privadas. A tradicional sociedade democrática liberal é colonizada por uma imposição do mercado; o espaço público é privatizado; a identidade é transformada em marca comercial; o nosso mundo, homogeneizado. A educação, por consequência, perpetua esse costume – enfatizando a cultura científico/tecnológica.

Barber argumenta que o consumismo se apresenta numa forma tardia do capitalismo, inicialmente um sistema de produção de bens úteis à população. O autor considera que a desigualdade global separou o planeta em dois tipos de potenciais consumidores: o pobre do país em desenvolvimento,

¹⁰ Ver página do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica – NEPET – na seção Muita leitura! Sempre (<http://www.nepet.ufsc.br/leitura.php?p=0>)

com muitas necessidades, mas sem meios de satisfazê-las, e o rico do país desenvolvido, com muito dinheiro, mas sem ter por que gastar. Afirma ainda que o capitalismo atual não se baseia mais na produção de mercadorias, mas na de necessidades. E, quando pensamos primordialmente tratar sobre a tecnologia dentro da educação, o agente diretor básico do aprendizado, baseado nesse paradigma, é conduzido para a competitividade e a eficiência. No empreendimento hegemônico, portanto, as incógnitas da equação humana são abandonadas.

Os indícios trazidos por Barber nos inquietam e nos alertam mais ainda em relação à educação processada na educação e, em particular, no Ensino Médio. Não são poucas as perturbações, quando estamos discutindo tecnologia e desenvolvimento, que trazem à tona a questão da geração de necessidades. Isso está encravado nas nossas ansiedades, quando vemos o papel da tecnologia na sociedade. Até quando teremos matéria prima disponível para «tentarmos» um «desenvolvimento sustentável»? Cada vez nos convencemos mais – infelizmente – que, a continuar com o modelo de consumo atual, estaremos montando uma equação que não comportará uma solução com final feliz.

É Barber quem esclarece que, se os pobres não podem enriquecer o suficiente para se tornarem consumidores, então, os adultos do mundo em desenvolvimento – atualmente responsáveis por 60% do consumo mundial – terão que ser atraídos às compras. Induzi-los a permanecer infantis e impetuosos em seus gostos ajuda a assegurar que comprem os bens do mercado global destinados a jovens indolentes e prósperos.

De maneira profunda, Barber confronta as prováveis consequências para nossos filhos, nossa liberdade e nossa cidadania, mostra ainda como os cidadãos podem resistir e transcender à esquizofrenia cívica que o consumismo disseminou no ensino superior – que aqui estendo ao ensino médio.

A nova corrupção no ensino superior decorre de tratar os estudantes não como aprendizes autônomos, mas como consumidores livres e compradores ainda não comprometidos com marcas – clientes de serviços educacionais. (BARBER, 2008, p.26)

Vendedores veem um mercado de bilhões por ano formado por subsistema particularmente atraente aos jovens – no caso de sua análise, os jovens norte-americanos, mas que expandimos ao «mundo globalizado» –, que ainda estão procurando marcas, que controlam uma extraordinária renda disponível e que tem influência de mercado sobre seus pais e outros adultos. Escolas, carentes de verbas de custeio, veem oportunidades de parceria como espaço para complementação de orçamento, livre das limitações impostas

pela redução de recursos do Estado. E aos poucos vão se transformando também em sofisticados *shopping centers*.

Barber envolve a educação em todas as suas concepções que não apenas a formal, ao descrever os impactos que esse comportamento arrasta para a nossa civilização, criando a cultura em que o humanismo quase desaparece:

Também é mais fácil, num sentido genérico, assistir do que fazer; mais fácil assistir à TV, onde a imaginação é mais passiva, do que ler livros, onde a imaginação é mais ativa; mais fácil masturbar-se do que estabelecer relacionamentos dentro dos quais a sexualidade recíproca e a sensualidade interpessoal são componentes saudáveis; mais fácil manter um relacionamento sexual arbitrário e inconstante do que um relacionamento envolvendo compromisso. (BARBER, 2008, p.106)

Em suma, é mais fácil ser criança do que adulto, é mais fácil brincar do que trabalhar, é mais fácil esquecer do que assumir responsabilidades. Exemplos disso são os programas de tevê que simulam tais comportamentos, nos deixando acantonados nas salas de aula, impotentes para refutar esses conceitos. Um caso típico é evidente quando nos reportamos aos *reality shows* – com destaque especial para o Brasil –, que espalham «facilidades», pregando a futilidade e a competição exacerbada, deixando os valores humanos cada vez mais à deriva e colocando a vida como uma mera questão de oportunidades criadas.

72

O que argumento aqui é que em cada caso o que é fácil também pode se revelar menos gratificante, inibindo, em vez de aumentar a felicidade. Essa é uma lição que apenas os adultos aprendem – depois de ajudados a crescer por pais, escolas, igreja, sociedade e principalmente pela educação. Sob a influência da cultura da infantilização, faz-se com que a lição pareça rígida e puritana, a preservação de pessoas, hostis à felicidade. É a substituição linear do *ser* pelo *ter*.

Nessa equação, outros fatos se distanciam das análises simplistas da educação científico-tecnológica – e em outras áreas também –, e então os modelos políticos/ideológicos de desenvolvimento humano tomam proporções que direcionam a lógica da maioria dos cursos que perpetuam esse estado de coisas. A cultura do capitalismo de consumo moderno descartou essa bagagem relacionada às questões humanas. Ou quando não o fez, utilizou-a como veículo de expansão de sua prática.

Barber afirma que, pela primeira vez na história, a sociedade sente que sua sobrevivência econômica exige uma espécie de regressão controlada, uma cultura que promova a puerilidade em vez do amadurecimento. A estratégia não representa uma campanha contra cultural para reconhecer

que as características da infância podem ser fontes de virtudes – inocência, autenticidade, criatividade, espontaneidade, espírito brincalhão...

Ao contrário, é uma campanha para reprimir características da infância em favor de outras que tornam os adultos vulneráveis, manipuláveis, impulsivos e irracionais. Essa estratégia faz sentido comercial, uma vez que o mercado não infantiliza por amor ético a infância e as suas supostas virtudes, mas pela estratégia de vender bens desnecessários a pessoas cujo julgamento e gosto adultos são obstáculos ao consumo. Por outro lado, essa tática pode fazer pouco sentido ético em termos de civilização.

Essas crianças e também os jovens que buscam qualificação profissional – e isso ocorre com mais veemência no Ensino Médio –, serão o espelho das gerações futuras. É para elas que uma educação reflexiva e crítica devem ser direcionadas. Por isso, a educação científico/tecnológica não pode desprezar essas variáveis. A liberdade, o bem estar e a maturidade intelectual passam por ela. Barber diz que «Os cidadãos são adultos. Os consumidores são crianças [...] Os cidadãos adultos exercem o poder coletivo legítimo e gozam da verdadeira liberdade pública. Os consumidores exercem a escolha trivial e gozam da liberdade falsa».

Estamos ensinando jovens – eis aqui novamente o contexto do Ensino Médio – a serem consumidores, não cidadãos. Isso tolhe sua liberdade futura. Para vivermos livremente, necessitamos do conhecimento do mundo. As questões políticas, sociais, enfim, as humanas, não podem apenas tangenciar a educação. Elas são definidoras. Não podem ficar ausentes. Não educamos para o desenvolvimento tecnológico, mas para a civilidade.

A resistência a essas forças pode surgir de uma renovação do chamado cívico. O chamado cívico conclama uma sociedade capaz de atender generosamente às «necessidades irreduzíveis» das crianças e dos jovens, no mundo, sem transformar adultos em crianças ou seduzir crianças ao consumismo em nome de uma capacitação vazia através de uma cultura da padronização. Barber ainda pontua que o chamado cívico assume o papel de Wendy – na luta com Peter Pan –, que reconhece os verdadeiros prazeres da infância e ajuda as crianças a serem crianças, preservando-as do fardo de um mundo adulto explorador e violento; que se recusa a «capacitá-las» – da mesma forma que podemos fazer com os jovens em busca de uma profissionalização –, retirando delas os brinquedos, os cadernos e os livros e substituindo-os por celulares, videogames e cartões de crédito; que se recusa a libertá-las dos pais e de outros guardiões a fim de atraí-las para o «flautista de Hamelin», que as leva ao precipício comercial do *Shopping Center*.

As crianças devem brincar, não pagar; agir, não assistir; aprender, não comprar. Até onde pode, o capitalismo deveria ajudar a proteger as fronteiras da infância e preservar a guarda de pais e cidadãos; do contrário, deveria sair do caminho. Nem tudo precisa ter um lucro, nem todo o mundo precisa ser um comprador – não o tempo todo. Nós professores não temos o aval das gerações futuras para perpetuar um modelo falido simplesmente delegando a outras entidades a responsabilidade sobre isso.

Pode-se argumentar que o processo já está pronto e que precisa acontecer na formação das crianças nos seus primeiros anos de vida. Não deixa de ter uma ponta de razão. No entanto, é na adolescência que esse comportamento se aguça e se estabelece. E continua sendo responsabilidade dos professores a conscientização sobre tais aspectos.

Hoje, nas condições de hiperconsumismo, o chamado cívico parecerá a muitas pessoas palavra vazia; e a cidadania global, um sonho utópico. Não temos uma fórmula para concretizá-los. Mas a realidade da interdependência os torna tanto necessários quanto, em longo prazo, inevitáveis. A única questão é se descobrimos ou inventamos e depois adotamos novas formas de governança cívica global que os custos do *etos* infantilista pedem gritando e que as crises do capitalismo de consumo autorizam; ou se primeiro pagamos um preço terrível pela puerilidade, pelo caos no mercado e pela liberdade privada insatisfatória.

74

Barber, e eu reforço aqui, diz que esse preço já está sendo pago por aqueles que menos têm condições de pagar: as crianças, que achamos que imitamos e capacitamos com nosso vício na cultura do infantilismo. Este é um ponto crítico ao qual nos trouxe a história do capitalismo e de seu *etos* justificador engenhoso e sempre em mutação. Essa é uma história que fazemos para nós mesmos, de forma que, como sempre, mesmo sob a dominação dura, mas sedutora do capitalismo triunfante, o destino dos cidadãos continue sob controle.

As colocações de Barber, das quais me aproximo com contundência, são inquietantes e reflexivas. Concordamos? Não importa essa questão agora. Elas nos ajudam na qualidade de educadores e aprendizes. E para isso precisamos estar cada vez mais conscientes de que a educação passa pelo conhecimento dos mais variados e profícuos pensamentos.

6. QUAL CULTURA SUB-REPTÍCIA PROMOVE O CONSUMISMO?

Passamos agora a outras incógnitas do sistema, sempre atreladas à nossa equação n-dimensional, quando ouvimos à exaustão que não é da competência da educação quando está falando de tecnologia a análise de tais variáveis. Somos seres 'técnicos' nesta sociedade e como tal deveríamos nos comportar. Não podemos nos responsabilizar por todos os problemas do mundo. Não deixa de ser uma verdade.

No entanto, mesmo que trabalhando aspectos técnicos, como poderemos solucionar essa intrincada equação humana sem conhecer suas variáveis? Parece desproposital ficarmos apenas no acalanto egocêntrico de confundirmos desenvolvimento tecnológico com desenvolvimento humano. O primeiro, sem objetivar o segundo, parece ser completamente descabido. E nessa encruzilhada, conhecer os meandros do funcionamento do capitalismo é indispensável para entendermos as razões de tanto desenvolvimento científico/tecnológico e tão pouco desenvolvimento humano.

Naomi Klein (2008), num tratado sobre estratégias, golpes, manipulações e revoluções para a manutenção do capitalismo, nos ajuda a desvendar mais algumas questões que influenciam diretamente a percepção de que a tecnologia é dependente direta do poder da manipulação.

Mais algumas incógnitas a que nos referimos são desnudadas em *Doutrina do Choque* (KLEIN, 2008) com vistas ao sistema norte-americano, reino do capitalismo, no entanto facilmente estendido a outros países. Pode se observar que as outras incógnitas fazem parte fulcral de nossa estratégia paralela ao ensino formal de sala de aula. Suprindo-nos de novos argumentos, a autora destaca:

Este livro é uma contestação da suposição mais fundamental e acalentada da história oficial – a de que o triunfo do capitalismo desregulado nasceu da liberdade, de que mercados não regulados caminham passo a passo com a democracia. Pelo contrário, vou mostrar aqui que essa espécie fundamentalista de capitalismo foi parida pelas formas mais brutais de coerção infringidas tanto sobre o corpo político coletivo quanto sobre os incontáveis corpos individuais. (KLEIN, 2008, p. 28)

Klein pontua que a história do livre mercado contemporâneo – mais bem compreendida como a ascensão das corporações – foi escrita com choques. A aliança corporativa está perto de conquistar suas últimas fronteiras: as economias petrolíferas fechadas do mundo árabe, e setores das economias do Ocidente que foram longamente protegidos da lógica do lucro – inclusive a defesa civil e os exércitos crescentes. Na medida em que não há sequer necessidade de manter as aparências e de buscar o consentimento público,

tanto no país quanto no exterior, para privatizar essas funções essenciais, o aumento dos níveis de violência, assim como desastres cada vez maiores, tornou-se imperativo para o alcance desse objetivo. O papel decisivo desempenhado por choques e crises foi eliminado dos registros oficiais acerca da ascensão do livre mercado. Assim, as medidas extremas exibidas no Iraque e em Nova Orleans são frequentemente confundidas com a incompetência ou com o conluio existentes nas malhas do poder – e a cultura dominante atual procura deixar essas questões cada vez mais afastadas da educação.

Klein nos acrescenta várias perguntas em busca de algumas respostas que juntamos a muitas que fazemos em sala de aula: o que o furacão Katrina de Nova Orleans tem a ver com as ditaduras da década de 1960 na América Latina? Qual a relação entre o tsunami na Ásia e o massacre da Praça da Paz Celestial na China? Afinal, existe uma conexão entre a Guerra do Iraque e a democracia acorrentada da África do Sul? A questão energética é técnica ou política? Não temos respostas, mas devemos refletir sobre isso. Klein reforça que a ligação é intestina. Sua tese é a de que todas as tragédias, naturais ou construídas, fazem parte do processo de ascensão do «capitalismo de desastre» – a forma atual que o sistema capitalista encontrou para se tornar hegemônico em lugares e situações em que até então ele não era.

76

Exemplos? Em Nova Orleans, após o furacão Katrina, a educação foi reformulada – as escolas públicas foram a partir de um «conselho» do economista Milton Friedman, privatizadas. Numa declaração surpreendente, a secretária de Estado Condoleezza Rice declarou o tsunami uma «oportunidade maravilhosa» para a política externa norte-americana. Sob a «doutrina do choque», o medo e o desespero se transformam em oportunidade de ganhar dinheiro. Das técnicas de tortura usadas pela CIA à instalação de *resorts* de luxo na Tailândia devastada pelo tsunami, Naomi mostra a lógica perversa de um sistema orientado pela busca do lucro. Um sistema que não produz as tragédias naturais, mas que não tarda em incorporá-las em sua agenda de negócios criando uma cultura nefasta onde o que importa é apenas o lucro e a permanência no poder das grandes estruturas internacionais.

E nessa empreitada conjunta, inexoravelmente, podemos e devemos encontrar na educação, principalmente quando fala de ciência e tecnologia uma aliada indispensável para minimizar a cultura que se torna hegemônica na sociedade científico-tecnológica.

7. PARA CONCLUIR – AUMENTANDO AS INDAGAÇÕES

Ao trazer a este trabalho as considerações de diferentes autores, busquei desafiar aqueles que queriam entender a relação entre o desenvolvimento tecnológico com a crescente desigualdade social, aliado ao conhecimento da história não oficial, escrita nos porões do poder, que interfere no desenrolar das prioridades do mundo consumista e por extensão na educação nos diferentes níveis do aprendizado humano.

Certamente, concluir um artigo em que se fazem mais perguntas do que se oferecem respostas não é simples. No entanto, acredito que pode ser construtivo. Para isso, convido mais uma vez Barber (2005) que coloca a democracia como aliada na conquista dessas possibilidades. E o faz com sérias implicações da educação. Uma democracia calcada na instituição de valores padrões e normativos, em contextos diferentes em relação à religião, aos costumes e às formas de vidas das variadas civilizações, não deu e não dará certo. Diz ele que «a ignorância não produz por si mesma o terrorismo, mas dá lugar a muitas patologias que permitem o terrorismo crescer – incluindo pobreza, desemprego, fanatismo, ressentimentos, ódio aos “outros” e desejo de vingança».

Barber demonstra a relevância da Educação e corrobora meu propósito fundamental – quando afirmo que a «CTS» pode ser o elo entre as culturas (científico/tecnológica e humana) tão dissociadas nos tempos atuais: «A convicção de que livros são mais poderosos do que balas constitui a premissa fundamental da democracia. Deveria ser também a premissa inicial na hora de preservar do terrorismo a democracia». Ele, como eu, chama à educação à cultura do livro. Cultura, que, repito, pode trazer de volta a reflexão sobre as inúmeras variáveis que aproximarão a cultura científico/tecnológica da cultura humanística.

Barber, mesmo sendo um norte-americano, ressalta que não é segredo nos Estados Unidos que o crime, as doenças e a patologia social estão intimamente associados com a ausência de educação. Um baixo nível educacional é o meio mais comum de indicar pobreza, problemas de saúde, elevada mortalidade, procriação descontrolada e quase todos os demais sinais de fracasso na sociedade.

Esses preceitos valem em qualquer país que abraça o capitalismo selvagem como meio de desenvolvimento. Por isso, parece-nos desproposital optarmos pela política linear de mais segurança privada, mais policiamento nas ruas enquanto seguimos desconhecendo as incógnitas de nossa equação de desenvolvimento e das culturas reinantes em todos os pontos do Planeta.

Precisamos entender o «volume de controle» para a solução de nossa equação. Ele é mais extenso do que apenas nações isoladas. Ele precisa abraçar todo o globo terrestre. As mazelas de um estado logo vão refletir nos outros, desestabilizando o todo. E a educação tem que estar presente nesse processo para nos livrar da «metástase», que pode ser fatal.

Projetar a tecnologia, muitas vezes para aumentar o poderio econômico, e, por consequência, o poderio bélico, evoca o velho mundo de nações soberanas; invocar o poder da educação crítica e não linear é o modo apropriado ao novo mundo de interdependência global. Essa é a globalização que precisamos e que passa longe das transações econômicas e tecnológicas que ao invés de libertar subjugam os países subdesenvolvidos impondo-lhes culturas que nada tem a ver com o seu comportamento social e humano.

No final, os povos só conseguem construir a democracia para eles próprios dentro de seus contextos e de uma educação voltada para isso.

Impô-la de fora, com a melhor das intenções – dentro do paradigma da dominação – é uma receita de fracasso. Ao mesmo tempo, não pode existir democracia num país sem que ela exista no vizinho, não pode existir no Norte sem que exista no Sul. Interdependência significa que a democracia deve funcionar para todos, ou então, com o tempo, ela acaba não funcionando para nenhum. Cultivar a democracia no interior de um país não dá certo, a menos que a democracia também regule as relações entre os países. Se o contrato social não puder ser estendido a todo planeta, seus termos provavelmente não serão capazes de garantir segurança e liberdade no interior dos países. (BARBER, 2005, p. 228)

78

São muitas as incógnitas, mas podemos começar a desvendá-las! Diz um preceito antigo da engenharia – e aqui eu utilizo na minha condição de engenheiro – que mais importante que resolver um problema é identificá-lo. Portanto mãos à obra.

Na qualidade de educador, e pensando primordialmente na formação em nível médio, creio que a primeira grande tarefa é aumentar a formação educacional da população através não da constante monitoração quantitativa, mas sim pela democratização do acesso a escolas de qualidade.

Os pontos fortes na reviravolta – e aqui me refiro mais ao Brasil, meu país de origem – são o foco nas escolas, para que elas possam efetivamente ajudar as crianças e adolescentes a se constituírem como humanos e contribuir para um *presente-futuro* mais harmonioso e equilibrado entre todos os seres habitantes do Planeta.

Para isso, a necessidade de formação de professores em universidades e programas de pós-graduação para realmente atuarem na formação de

jovens e não apenas de novos círculos de «pesquisa» dentro de seus grupos fechados. Enfim, encaminho a finalização, em resposta ao que discutimos neste artigo, afirmando: a «CTS» será o elo efetivo entre a cultura científico/tecnológica e a humanística. Para tanto, precisaremos de pessoas trabalhando em prol dessa construção, de uma educação básica de alta qualidade, que dê uma base sólida para as etapas seguintes do aprendizado. Certamente, precisaremos de mais educadores que sejam pesquisadores, no sentido de serem leitores críticos, sensíveis à busca de solução dos problemas humanos, e menos de pesquisadores de laboratório e de atualizadores de bibliografias de uma área isolada do conhecimento, que escrevem com «letras frias» para serem lançadas no mundo das tecnologias digitais ou esquecidas em folhas de papel.

REFERÊNCIAS

- BARBER, Benjamim R. (2008). *Consumido: como o mercado corrompe crianças, infantiliza adultos e engole cidadãos*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- (2005). *O império do medo: guerra, terrorismo e democracia*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- BAZZO, Walter Antonio (2011) *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. 3 ed. Florianópolis: Editora UFSC.
- DE MASI, Domenico. (2003). *Criatividade e grupos criativos*. Rio de Janeiro: Sextante.
- DE MASI, Domenico & PEPE, Dunia (2003). *As palavras no tempo*. Vinte e seis vocábulos da *Enciclopédie* para o ano 2000. Rio de Janeiro: Editora José Olympio.
- DIAMOND, Jared (2006a). *Armas, germes e aço os destinos das sociedades humanas*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- (2006b). *Colapso, como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- ELLUL, Jacques (1968). *A técnica e o desafio do século*. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra Ltda.
- FROMM, Erich (1982). *Ter ou ser?* 4 ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- (1968). *A revolução da esperança*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- HERMAN, Arthur (2011). *A idéia de decadência na história ocidental*. Rio de Janeiro: Editora Record.
- KLEIN, Naomi (2008). *A doutrina do choque – a ascensão do capitalismo de desastre*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- MUMFORD, Lewis (1959). *A condição de homem, uma análise dos propósitos e fins do desenvolvimento humano*. Rio de Janeiro: Editora Globo.
- ORTEGA Y GASSET, José. (1998). *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*. Madrid: *Revista de Occidente* em Alianza Editorial.
- SNOW, Charles Percy (1995). *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: EDUSP.

UNA ALTERNATIVA DIDÁCTICA PARA EL PERFECCIONAMIENTO DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Esperanza Asencio Cabot *

SÍNTESIS: En el presente artículo se propone una alternativa didáctica que puede contribuir a la solución del problema que presenta el estudio de las ciencias naturales y exactas, tanto en el área iberoamericana como en el conjunto de países desarrollados. La falta de interés e incluso el rechazo que generan las materias científicas, el fracaso escolar en las mismas de un elevado número de estudiantes y la consecuente falta de candidatos para estudios científicos superiores, pone de manifiesto la necesidad que reviste la atención prioritaria de la problemática.

Se trata de una alternativa construida a partir del modelo didáctico de la dinamización, el cual toma en cuenta las exigencias que la sociedad moderna le impone a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias determinado por el desarrollo acelerado de la ciencia y la técnica. La dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias se considera como un enfoque integral y sistémico del proceso, relacionado con el funcionamiento de los componentes dinámicos: métodos, formas, medios y evaluación, que potencia el aprendizaje autónomo y autorregulado y propicia una mayor calidad del mismo, atendiendo las particularidades individuales del alumno y su contexto de actuación. El modelo didáctico que se presenta incluye los principios y las vías para estructurar y desarrollar el proceso a través de un sistema de tareas docentes.

Palabras clave: proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias; dinamización; modelo didáctico; tareas docentes.

UMA ALTERNATIVA DIDÁTICA PARA O APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA CIÊNCIA

SÍNTESE:

No presente artigo propõe-se uma alternativa didática que pode contribuir para a solução do problema que o estudo das Ciências Naturais e Exatas apresenta, tanto na área ibero-americana como no conjunto de países desenvolvidos. A falta de interesse e inclusive o rechaço que as matérias científicas geram, o fracasso escolar nas mesmas de um elevado número de estudantes e a consequente falta de candidatos para estudos científicos

* Docente de la Universidad de Ciencias Pedagógicas «Félix Varela», Villa Clara, Cuba.

superiores, põe de manifesto a necessidade que a atenção prioritária da problemática reveste.

Trata-se de uma alternativa construída a partir do modelo didático da dinamização, que leva em consideração as exigências que a sociedade moderna impõe ao ensino e à aprendizagem de Ciência, determinada pelo desenvolvimento acelerado da ciência e da técnica. A dinamização do processo de ensino-aprendizagem da Ciência é considerado como um enfoque integral e sistêmico do processo, relacionado com o funcionamento dos componentes dinâmicos: métodos, formas, meios e avaliação, que potencia a aprendizagem autônoma e autorregulada e propicia uma maior qualidade do mesmo, atendendo às particularidades individuais do aluno e de seu contexto de atuação. O modelo didático que se apresenta inclui os princípios e as vias para estruturar e desenvolver o processo através dum sistema de tarefas docentes.

Palavras-chave: processo de ensino-aprendizagem da Ciência; dinamização; modelo didático; tarefas docentes.

A DIDACTIC ALTERNATIVE FOR THE IMPROVEMENT OF THE SCIENCE TEACHING-LEARNING PROCESS

ABSTRACT: The present article proposes a didactic alternative that can contribute to the solution of the problem that presents the study of natural and exact sciences, both in the ibero-american area as in the whole developed countries. The lack of interest and even the rejection that generates scientific subjects, the failure at school in the same of a large number of students and the consequent lack of candidates for higher scientific studies, highlights the need of a priority attention to the problems. It is a question of an alternative built from the teaching model of dynamization, which takes into account the requirements that modern society imposes on science teaching and learning determined by the accelerated development of science and technology. The dynamization of the teaching-learning process of the sciences is seen as an integral and systemic approach of the process, related to the functioning of the dynamic components: methods, forms, media and evaluation, that empowers autonomous and self-regulating learning and also leads to increase the quality of the same, taking into account the particularities of the individual student and the action context. The presented teaching model includes the principles and the ways to structure and develop the process, through a system of teaching tasks.

Keywords: science teaching-learning process; dynamization; teaching model; teaching tasks.

1. INTRODUCCIÓN

El perfeccionamiento de los sistemas educativos en la actual etapa de desarrollo social está orientado hacia el logro de una educación de calidad para todos a lo largo de la vida. Este objetivo sintetiza las aspiraciones de muchos programas y proyectos educativos que se desarrollan en el ámbito

mundial, los que consideran que la educación debe contribuir a la formación de ciudadanos competentes que actúen reflexivamente en una sociedad marcada por los crecientes cambios de la ciencia y la tecnología.

En particular, el Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (PRELAC) auspiciado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y aprobado por los ministros de Educación de la región en noviembre de 2002, reconoce que todavía persiste una concepción de los alumnos como meros receptores y reproductores de información, e insiste en la necesidad de promocionar cambios en los sistemas educativos para que se potencie al máximo el desarrollo integral de las personas. La finalidad del proyecto mencionado está dirigida a

[...] promover cambios en las políticas educativas, a partir de los cambios de paradigmas educativos vigentes para asegurar aprendizajes de calidad, tendientes al desarrollo humano, para todos a lo largo de la vida (UNESCO, 2002, p. 6).

El desarrollo vertiginoso de la ciencia y la técnica y su impacto en la sociedad moderna le impone profundos cambios, en particular, a la enseñanza de las ciencias de la naturaleza. Daniel Gil y otros (2005) se refieren a estos cambios cuando destacan la necesidad de realizar reformas curriculares que propicien que los alumnos aprendan conocimientos científicos y tecnológicos que favorezcan su interés crítico hacia el papel que desempeñan la ciencia y la tecnología en sus vidas.

Acercar de la necesidad de cambios en la educación científica que permitan interpretar y comprender la cultura contemporánea se refieren J. Niedo y B. Macedo:

Se trata de acercar la ciencia a los intereses de los alumnos abordando las implicaciones sociales y éticas que el impacto tecnológico conlleva, este enfoque facilitará el uso en la vida diaria de lo aprendido en la escuela. Bajo este prisma la enseñanza de las ciencias deja de concebirse como una opción para alumnos de elite y se convierte en un instrumento para la alfabetización tecnológica de los ciudadanos, que los ayude a comprender los problemas que tiene la sociedad actual y los faculte para la toma de decisiones fundamentadas y responsables (NIEDA y MACEDO, 1997, p. 137).

Las cuestiones abordadas con anterioridad evidencian la necesidad de transformar la enseñanza de las ciencias. Precisamente en este trabajo se presenta el enfoque de la dinamización como una alternativa para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en las condiciones actuales.

Es preciso aclarar que el significado de la expresión «educación científica» empleada en este material se vincula, fundamentalmente, con la educación en las disciplinas tradicionalmente conocidas en el ámbito escolar como ciencias o ciencias exactas y naturales, entre las que se encuentran la matemática, la física, la química, la geografía y la biología. La expresión también se relaciona, de cierta forma, con elementos de la educación vinculada a campos del conocimiento surgidos de la profundización e interconexión entre dichas disciplinas y otras áreas del saber, en el devenir del desarrollo científico técnico.

2. LA DINAMIZACIÓN COMO UN ENFOQUE PARA EL PERFECCIONAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Según se analizó, la sociedad moderna, fuertemente impactada por el desarrollo vertiginoso de la ciencia y la técnica, le impone profundas transformaciones al trabajo escolar. Esta sociedad cada día más informatizada e interconectada requiere de aprendizajes con mayor nivel de autonomía, flexibilidad y autorregulación, en donde estén presentes las metas educativas que preparen a los futuros ciudadanos para enfrentar las implicaciones sociales y éticas que el impacto tecnológico conlleva y los faculte para la toma de decisiones fundamentadas y responsables.

84

Las tendencias más actuales y universales para el perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias ponen el énfasis en la necesidad de que esta deje de concebirse como una opción para alumnos de elite y se convierta en «enseñanza de las ciencias para todos». Estas tendencias consideran como exigencias fundamentales en el perfeccionamiento de dicha enseñanza las siguientes:

- Favorecer la capacidad de aprendizaje autónomo, flexible y autorregulado por parte de los sujetos.
- Asumir las metas educativas impuestas por las demandas sociales a través de los contenidos científicos.
- Propiciar el aprendizaje por parte de los alumnos de conocimientos científicos y tecnológicos de gran impacto en la vida social.
- Promover el acercamiento de la ciencia a los intereses de los discentes, de manera que esto les permita interpretar y comprender la cultura científica contemporánea.

- Favorecer la comprensión de los alumnos de los problemas que tiene la sociedad actual para que estén facultados para la toma de decisiones fundamentadas y responsables.
- Facilitar el acceso al conocimiento a través de múltiples fuentes y formas del material educativo y, en especial, a partir del empleo de las técnicas modernas de la informatización y la tecnología de avanzada en los medios audiovisuales.

Una de las alternativas para lograr este perfeccionamiento se propone en este trabajo a partir de la dinamización, como un enfoque integral y sistémico del proceso de enseñanza-aprendizaje (relacionado con el funcionamiento de los componentes dinámicos: métodos, formas, medios y evaluación), que potencia el aprendizaje autónomo y autorregulado y propicia la elevación de la calidad del mismo atendiendo a las particularidades individuales del alumno y a su contexto de actuación.

La consideración de este enfoque para el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias implica la determinación de los principios y las vías para lograr la dinamización de dicho proceso, que expresen los criterios para el funcionamiento de los componentes dinámicos (métodos, formas, medios y evaluación) y aporten los fundamentos para estructurar y desarrollar el proceso a través de un sistema de tareas docentes.

3. PRINCIPIOS Y VÍAS PARA LA DINAMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Los principios para lograr la dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias que se proponen en este enfoque son los siguientes:

- El aumento gradual del papel del alumno en la autodirección de su aprendizaje.
- La aproximación del proceso de enseñanza-aprendizaje al proceso de la investigación científica.
- El aprovechamiento de las potencialidades de los recursos en el incremento de la productividad de la tarea.
- La diversificación en las formas de presentación, ejecución y evaluación de las tareas.

En general, como los principios propuestos funcionan como una unidad, es decir, en estrecha interrelación, permiten analizar el problema

de la dinamización del proceso de una manera integral y sistémica. Seguidamente se analizará cada uno de los principios propuestos, argumentándose su contenido, así como las vías fundamentales para lograr su cumplimiento.

3.1 EL AUMENTO GRADUAL DEL PAPEL DEL ALUMNO EN LA AUTODIRECCIÓN DE SU PROPIO APRENDIZAJE

El aumento gradual del papel del alumno en la autodirección de su aprendizaje es un aspecto a considerar en la estructura y desarrollo del sistema de tareas docentes para lograr la dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje. En su esencia, la autodirección del alumno en el proceso implica la consideración de tres elementos en estrecha interrelación: autodiagnóstico, autoaprendizaje y autoevaluación.

La importancia del diagnóstico del alumno para la dirección del proceso de aprendizaje es un tema que se maneja frecuentemente en la práctica pedagógica. El diagnóstico sistemático e integral del alumno permite al profesor obtener elementos concretos acerca de los contenidos previos asimilados por los estudiantes y sus concepciones anticientíficas o alternativas, así como explorar su zona de desarrollo potencial (ZDP), con vista a proyectar las tareas docentes a desarrollar por los alumnos y ofrecer la ayuda requerida de acuerdo con sus dificultades y potencialidades.

3.1.1 Autodiagnóstico

Una de las carencias fundamentales que aún se manifiesta en el diagnóstico escolar es la escasa participación del discente en el proceso de su propio diagnóstico. Por lo general, el proceso del diagnóstico y los elementos que este aporta son solo patrimonio del profesor; por tanto, si se quiere lograr la elevación del papel del alumno en la autodirección de su aprendizaje, es esencial su participación directa en dicho proceso. Para lograrlo, el profesor debe propiciar que cada estudiante sea consciente de lo que realmente sabe, así como de las principales insuficiencias que pueden interferir en la solución de las tareas y cómo resolver por él mismo esas insuficiencias.

Además, es conveniente que se favorezca el conocimiento del alumno acerca de sí mismo, para que se forme en él una clara representación de sus procesos cognitivos, sus motivaciones y aspiraciones, sus fortalezas y debilidades, sus técnicas y formas de trabajo y, en general, de su actuación personal. Esto, por supuesto, requiere de un entrenamiento que permita al alumno valorar objetivamente sus características personales y así lograr una visión más amplia de su propio diagnóstico.

3.1.2 Autoaprendizaje

La enseñanza ha de propiciar las condiciones para que el estudiante aprenda a aprender por sí mismo, es decir, que sea capaz de elegir las estrategias de aprendizaje decidiendo cuáles de ellas son más adecuadas atendiendo a sus características personales. Para lograr lo anterior, es preciso que en la solución de las tareas se entrene al alumno en el empleo de estrategias diversas, tanto en la búsqueda de la información en diferentes fuentes como en su procesamiento y aplicación. La selección y empleo sistemático de estas estrategias por parte del discente bajo la dirección del profesor propiciará que gradualmente pueda alcanzar una mayor independencia en su autoaprendizaje.

3.1.3 Autoevaluación

Otro aspecto fundamental vinculado estrechamente con la autodirección del aprendizaje por el alumno es el referido a la autoevaluación. La enseñanza ha de favorecer que el alumno sea capaz de autoevaluar su propio proceso de aprendizaje, de ahí que sea conveniente propiciar las condiciones para que este desarrolle acciones de control y valoración a través de la solución de las tareas. Cuando se logran desarrollar esas acciones y el alumno las interioriza, puede entonces operar en un plano mental y ser capaz de anticipar las formas correctas de la actividad, alcanzando un nivel de autorregulación superior que le permitirá elaborar proyectos personales de autocorrección o de aprovechamiento óptimo de sus posibilidades.

En resumen, el desarrollo en el alumno de las acciones de autodiagnóstico, autoaprendizaje y autoevaluación durante la ejecución del proceso de enseñanza-aprendizaje y la integración de estas acciones a través de la solución de las tareas docentes, tendrán un saldo favorable en la elevación gradual de la autodirección del alumno en su aprendizaje.

Entre las vías que pueden contribuir a la autodirección del alumno consideramos como fundamentales: la elaboración de autocaracterizaciones, la autoevaluación de su trabajo extraclase, el empleo del registro de autoevaluación del aprendizaje y el análisis reflexivo acerca de su aprendizaje.

3.2 LA APROXIMACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE AL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La aproximación del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias al proceso de la investigación científica se puede realizar al consi-

derar la organización del contenido a través de tres etapas interrelacionadas dialécticamente: la formación de representaciones a partir de los hechos, la elaboración del modelo abstracto (conceptos, leyes y teorías) y su aplicación en la práctica.

3.2.1 La formación de representaciones

La formación de representaciones constituye una etapa fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, pues es allí donde se dan los elementos del conocimiento empírico a partir del estudio de los hechos. En la enseñanza de las ciencias, por lo general, esta etapa se ha relacionado con la observación de experimentos y fenómenos de la naturaleza; ahora bien, sin restar el valor que tienen estos hechos para el conocimiento sensorial, es importante ampliar esta concepción para incorporar otros hechos que tienen un alto significado formativo y afectivo. Las asignaturas de ciencias tienen amplias posibilidades para introducir temáticas de naturaleza social, si se tiene en cuenta el impacto que la tecnología y la ciencia tienen en el desarrollo de la sociedad. La introducción de estas temáticas en esta etapa a partir de hechos concretos es una vía importante que se puede emplear para contribuir a la formación integral del alumno, ya que permite el análisis de diversas situaciones de carácter político, cultural, humanístico, ético, económico, de educación formal, ambiental y para la salud, entre otros.

Sobre la base de las representaciones formadas en la etapa del conocimiento sensorial, se profundiza en la esencia del fenómeno a través de las operaciones lógicas del pensamiento y se obtienen como productos los conceptos, leyes y teorías que rigen el desarrollo del objeto o fenómeno que se estudia. En esta etapa resulta conveniente propiciar que los alumnos emitan hipótesis que permitan explicar el fenómeno objeto de estudio a partir del conocimiento empírico, así como la búsqueda de la nueva información en diferentes fuentes. Además, es importante favorecer la discusión de las conclusiones a las que se arriben y contrastarlas con las hipótesis formuladas.

3.2.2 La elaboración del modelo abstracto

La elaboración del modelo abstracto de la forma descrita tiene un especial significado al romper con los esquemas tradicionales de transmisión-recepción de la información en los que se imparten los conocimientos totalmente preparados, contribuyendo a que los conceptos y leyes sean asimilados, por lo general, como cadenas verbales que el alumno repite sin que exista una clara comprensión de lo que significan. Por otra parte, esta organización permite que sobre la base de hechos se asienten los modelos, de manera

que quede clara la diferencia entre el objeto real y su modelo abstracto. En la práctica escolar no siempre se enfatiza sobre esta diferenciación porque, con frecuencia, para ahorrar tiempo el profesor comienza con la explicación directa del modelo abstracto del fenómeno y con las conclusiones memorísticas de las fórmulas, lo que es origen de errores conceptuales que afectan la formación de la concepción científica del mundo y limitan el desarrollo intelectual del alumno.

El modelo abstracto elaborado puede enriquecerse al interrelacionarlo nuevamente con los hechos, lo que permitirá retomar las cuestiones tratadas con un mayor nivel de profundidad e incorporar nuevos matices que antes se habían pasado por alto, contribuyendo así a afianzar los conocimientos y desarrollar sentimientos y valores.

3.2.3 La aplicación en la práctica del modelo abstracto

La aplicación en la práctica del modelo abstracto elaborado se realiza, por lo general, a través de la solución de problemas, la cual, en este estadio, tiene como objetivo fundamental el desarrollo de habilidades (teóricas y prácticas) mediante la aplicación de los conocimientos. La interrelación entre el modelo abstracto y su aplicación debe ser visible, teniendo en cuenta que la solución de problemas puede potenciar el modelo abstracto elaborado; en especial, el análisis de los resultados obtenidos y la reflexión acerca de las perspectivas abiertas permiten precisar conceptos y leyes, tomar en cuenta factores no considerados, concebir nuevos procedimientos y enriquecer el conocimiento asimilado. De igual forma, la aplicación está interrelacionada con los hechos, ya que en el análisis de las diferentes situaciones pueden surgir otros acontecimientos, los que se pueden explicar dentro del marco del modelo elaborado, lo que vuelve a cerrar el ciclo nuevamente, tanto en un sentido como en el otro.

Todo lo explicado anteriormente acerca de la interrelación dialéctica entre los hechos, el modelo abstracto y la aplicación se da dentro de ciertos límites, ya que puede suceder que nuevos hechos emanados de la práctica no puedan ser explicados por el modelo elaborado, lo que implica el desarrollo de un nuevo modelo abstracto con un mayor nivel de generalización. Esto conduce al enriquecimiento progresivo del contenido y al estudio de nuevos temas que se enmarcan dentro de los límites de la asignatura o la disciplina.

En general, la organización de los contenidos a través de la interrelación dialéctica de los hechos, el modelo abstracto y la solución de problemas permite insertar los mismos en el proceso atendiendo a la lógica del proceso de asimilación. Además, esta organización propicia el tratamiento inductivo

de los núcleos básicos del contenido, de manera que a partir del estudio superficial o aparente de los fenómenos se profundice en el conocimiento teórico donde se manifieste lo esencial, para después, de manera deductiva abordar el resto del contenido. Esta organización del proceso propiciará también el desarrollo de la predicción como conocimiento anticipado de las tendencias de desarrollo del fenómeno bajo determinadas condiciones, lo cual es un rasgo fundamental del conocimiento científico.

Las principales vías para concretar el aspecto tratado son el tratamiento de los hechos y el empleo de procedimientos de la investigación científica para la elaboración del modelo abstracto y en la solución de problemas.

3.3 EL APROVECHAMIENTO DE LAS POTENCIALIDADES DE LOS RECURSOS EN EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA TAREA

La productividad de la tarea docente está relacionada con los cambios o transformaciones que se producen en el alumno durante la solución de la misma, cambios que ocurren lentamente a medida que el proceso transcurre de tarea en tarea. Cada tarea aporta nuevos elementos (conocimientos, habilidades, sentimientos y valores) que se van integrando hasta alcanzar el objetivo. En la medida en que se eleve la productividad de las tareas del sistema, el proceso podrá alcanzar una mayor calidad en sus resultados, de ahí que un aspecto esencial para la dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje lo constituya el aumento de la productividad de cada una de las tareas que componen el sistema a través del cual se desarrolla dicho proceso.

90

El incremento de la productividad de la tarea docente se relaciona con el aprovechamiento al máximo nivel posible de los recursos disponibles, y con la estimulación de los procesos afectivos, cognitivos y volitivos del alumno en estrecha interacción, de manera que estos procesos se potencien entre sí.

Para proyectar la tarea docente es conveniente considerar las potencialidades de los recursos disponibles que permitan crear en los alumnos motivos intrínsecos que se satisfagan con la ejecución de la tarea encomendada, produciéndoles vivencias afectivas positivas. El contenido de las ciencias ofrece múltiples oportunidades para presentar las tareas de manera que muestren aspectos inesperados que llamen la atención de los alumnos y despierten su curiosidad, estimulando el deseo de resolverlas y elevando su disposición emocional y su interés hacia el estudio de lo nuevo. Las tareas deben tener un grado de dificultad tal que requieran del esfuerzo volitivo del alumno y pongan en tensión todas sus fuerzas intelectuales para su realización. Estos

aspectos inductores desencadenarán los procesos cognoscitivos, lográndose la interacción de los mismos de acuerdo a las situaciones docentes planteadas.

Por otra parte, es necesario considerar en primer término la percepción de las condiciones de la tarea, aprovechando al máximo las potencialidades de los órganos sensoriales. Asimismo, resulta imprescindible organizar las acciones para la memorización voluntaria del material, pero creando a su vez las condiciones para que actúe la memorización involuntaria, ya que cada una de ellas aporta su parte a la productividad de la memoria. Se debe lograr, también, que con la tarea actúen la imaginación y el pensamiento en la búsqueda de soluciones, en la meditación y en la reflexión; además, la tarea debe estimular la iniciativa y la originalidad del alumno en su solución.

En general, la productividad de la tarea se incrementará en la medida en que se logren potenciar entre sí los mecanismos mencionados, tanto los relativos a lo afectivo como a lo cognitivo y lo volitivo. Son múltiples las vías a través de las cuales se puede lograr lo anterior; en especial, en el marco de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias tienen un papel fundamental la problematización en las tareas, el empleo de los experimentos, el uso de los medios y las técnicas de trabajo grupal.

3.4 LA DIVERSIFICACIÓN EN LAS FORMAS DE PRESENTACIÓN, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS TAREAS

Según lo analizado, el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolla de tarea en tarea, cada una de las cuales produce cambios en el alumno, los que se van integrando a medida que transcurre el proceso hasta alcanzar el objetivo esperado. Atendiendo a lo planteado en el aspecto anterior, la dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje depende de la productividad de cada una de las tareas del sistema. Ahora bien, es preciso determinar los criterios para la dinamización a fin de que sean aplicables a todas las tareas del sistema. Acerca de esos criterios trata el aspecto de la diversificación de las tareas.

Este aspecto en su esencia se refiere a la utilización en el proceso de tareas variadas, tanto en su presentación como en su ejecución y evaluación. El empleo de tareas con diferentes formas de ejecución permite ampliar la esfera de acción del alumno, contribuyendo con ello a la elevación del nivel de generalización de los contenidos asimilados, propiciando el desarrollo de diferentes tipos de habilidades (teóricas, experimentales, y de construcción de gráficos, entre otras), lo que también eleva el nivel de generalización en la asimilación de los contenidos y favorece, asimismo, ubicar en el proceso tanto las tareas de ejecución compartida (alumno-alumno y alumno-profesor)

como las de ejecución independiente. En el desarrollo del sistema de tareas, la diversidad en las formas de evaluación implica la consideración de la concepción de la evaluación en su carácter integral y sistemático, que toma en cuenta tanto la evaluación del profesor como la interevaluación y la autoevaluación. La diversificación debe considerar también la posibilidad de individualizar las tareas, es decir, la posibilidad de asignar tareas específicas a determinados alumnos atendiendo a sus características personales (motivaciones, intereses, gustos y otros) potencialidades y dificultades. Además, desde el punto de vista motivacional-afectivo, la diversidad de las tareas tiene una influencia significativa, ya que evita la rutina, la formación de estereotipos y el aburrimiento de los alumnos.

Las vías fundamentales que se pueden utilizar para lograr la diversificación de las tareas son: la presentación de tareas con enfoques diversos y en contextos diferentes, el empleo de agrupamientos diversos, la combinación de distintas formas de ejecución y la utilización de formas variadas de evaluación.

Hasta aquí se han presentado los principios y las vías para la dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, los que aportan los criterios para la selección, organización y funcionamiento de los métodos, formas, medios y evaluación, así como permiten la estructuración y desarrollo del sistema de tareas docentes, lo cual será analizado en el epígrafe siguiente.

92

4. LA ESTRUCTURACIÓN Y EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE TAREAS PARA LA DINAMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Los principios y las vías para la dinamización analizados en el epígrafe anterior aportan los fundamentos para la estructuración y desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, a través de un sistema de tareas docentes. Ahora bien, se deben precisar algunos aspectos relativos al sistema de tareas, en especial la secuenciación de las mismas, su tipología, así como la estructura y desarrollo del sistema a nivel del tema, considerando al mismo como la unidad organizativa básica del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la secuenciación de las tareas en el nivel de tema es preciso considerar:

- La lógica de la organización del contenido.
- La lógica del proceso de asimilación.
- La lógica en el agrupamiento de las tareas de acuerdo a las formas de docencia donde se inserten.

Estos tres elementos interrelacionados permiten estructurar el sistema de tareas para cada tema, de manera que se manifieste un aumento gradual de la complejidad, así como un incremento en la independencia de los alumnos.

Atendiendo a la lógica de la organización del contenido, las tareas seguirán la secuencia explicada; así se ordenarán las tareas relacionadas con los hechos, con el modelo abstracto y con la solución de problemas, dialécticamente interrelacionadas.

Ahora bien, la secuenciación de las tareas debe responder, además, a los estadios del proceso de asimilación: la comprensión del nuevo contenido, el dominio del contenido y la sistematización del contenido. Según lo ya explicado, el proceso de asimilación transcurre a través de los estadios señalados, los que se distinguen por el predominio en ellos de determinadas funciones específicas; el tránsito entre dichos estadios transcurre de forma gradual, es decir, no existe una frontera definida entre los mismos.

Por otra parte, la secuenciación de las tareas estará condicionada también por las formas de docencia en la que se inserten los grupos de tareas, así como el trabajo extraclase. En especial, las tareas para el trabajo extraclase estarán armónicamente estructuradas con las tareas de la clase, de manera que constituyan un eslabón intermedio entre ellas, lo que contribuye a la sistematicidad en el estudio de los alumnos.

Atendiendo a la función fundamental que la tarea docente debe cumplir en el sistema, y para que, desde una perspectiva general, podamos conformar el sistema de tareas del tema, establecemos una tipología para los subsistemas de tareas, a saber:

- Tareas para la comprensión del nuevo contenido.
- Tareas para el dominio de los contenidos.
- Tareas para la sistematización y generalización del contenido.
- Tareas para la autoevaluación del aprendizaje por el alumno.

A continuación, se realizará una breve caracterización de cada uno de los subsistemas de tareas considerados.

4.1 TAREAS PARA LA COMPRESIÓN DEL NUEVO CONTENIDO

Estas tareas se ubican, por lo general, en los primeros momentos del proceso de asimilación, y tienen como finalidad la comprensión del nuevo contenido por parte del alumno. Entre ellas se pueden incluir las que permitan que los discentes reflexionen acerca de la significación de los contenidos a tratar; de ahí que puedan ser marcos oportunos para abordar hechos que tengan relevancia desde el punto de vista social, cultural, científico y político, entre otros. Además, en este estadio se deben incluir tareas que permitan conocer lo que el alumno sabe acerca de la nueva temática, para detectar si tiene concepciones alternativas sobre esos contenidos. Se incluirán también otras que contengan experimentos o medios que propicien la emisión de hipótesis por parte de los estudiantes y permitan precisar los conceptos y leyes relacionados con el nuevo contenido.

94

Para reafirmar la comprensión se pueden orientar tareas para ser realizadas por el alumno en el trabajo extraclase que le permitan, además, la preparación adecuada para las actividades docentes siguientes. Algunas de las tareas incluidas pueden estar vinculadas a los libros de texto, enciclopedias impresas o digitales u otros materiales didácticos, de modo que se obligue al alumno a trabajar con ellos. Asimismo, pueden aparecer tareas relacionadas con la elaboración de mapas conceptuales, los que contribuyen a organizar las ideas de los alumnos y establecer relaciones entre los conceptos estudiados. Por otra parte, pueden incluirse tareas experimentales sencillas que los estudiantes pueden realizar con modestos recursos en la casa o en el laboratorio, así como otras relacionadas con el impacto social de los nuevos contenidos que impliquen la valoración del alumno acerca de los mismos.

4.2 TAREAS PARA EL DOMINIO DE LOS CONTENIDOS

Estas tareas tienen como finalidad fundamental el desarrollo de habilidades teóricas y experimentales, y se abordan generalmente en las clases prácticas y laboratorios, así como en el trabajo extraclase intermedio entre esas formas de docencia y en las consultas. Por lo general, incluyen problemas tanto teóricos como experimentales que refleja los casos más típicos del contenido del tema, los que organizados de forma coherente permiten la asimilación de dichos contenidos. Inicialmente se pueden incorporar problemas de enunciado abierto, los cuales pueden ser resueltos por los alumnos organizados en equipos, bajo la guía del profesor, siguiendo de

manera aproximada la estrategia señalada en el epígrafe anterior. Luego se pueden proponer otros problemas, tanto teóricos como experimentales, con un mayor nivel de complejidad, que propicien la deducción y la predicción. A medida que transcurre este subsistema de tareas resulta conveniente que los niveles de ayuda disminuyan mientras que la independencia del alumno se incremente.

Con respecto a los laboratorios, las tareas que se proponen propiciarán, en especial, el desarrollo de habilidades experimentales. El tránsito a través de las mismas favorecerá la preparación del alumno para que al final de la etapa sea capaz de solucionar independientemente tareas experimentales investigativas que requieran, entre otros aspectos, de la elaboración del diseño experimental por parte del discente.

4.3 TAREAS PARA LA SISTEMATIZACIÓN Y GENERALIZACIÓN DEL CONTENIDO

Estas tareas pueden incluirse en seminarios o en el trabajo extraclase al finalizar el tema. Entre ellas pueden incorporarse problemas con un mayor nivel de complejidad, que tengan un carácter generalizador e integrador de los contenidos abordados en el tema, así como en otros temas de la asignatura y la disciplina. Pueden incluirse, además, tareas cualitativas que contribuyan a desarrollar el pensamiento lógico de los alumnos y sus capacidades creadoras, así como otras relacionadas con los hechos a un mayor nivel de generalidad. Asimismo, se pueden incluir tareas relacionadas con situaciones nuevas acerca de contenidos no impartidos, de manera que tengan que buscar la información por ellos mismos para ejecutar la tarea encomendada.

4.4 TAREAS PARA LA AUTOEVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Estas tareas se pueden ubicar en las diferentes formas de docencia y permiten que, de manera intencional, la evaluación del aprendizaje sea realizada por el propio alumno. En este subsistema de tareas se pueden encontrar las relacionadas con la autoevaluación del trabajo extraclase, las que, por lo general, se ubican al inicio de las actividades prácticas o en las consultas. Se pueden incluir, además, tareas relacionadas con el análisis reflexivo de trabajos realizados y con la autoevaluación del aprendizaje, las que se pueden ubicar en consultas colectivas o individuales.

En resumen, el sistema de tareas en el nivel de tema estará conformado por las tareas para la clase y el trabajo extraclase, e incluirá los

subsistemas de tareas para la comprensión del nuevo contenido, para el dominio del contenido y para la sistematización y generalización del contenido, organizados siguiendo la lógica del proceso de asimilación; el subsistema de tareas para la autoevaluación quedará insertado en los diferentes estadios, atendiendo a sus funciones específicas.

5. CONCLUSIONES

El propósito de este artículo ha sido el de proponer una alternativa didáctica que contribuya a la solución del problema que presenta el estudio de las ciencias naturales y exactas, tanto en el área iberoamericana como en el conjunto de países desarrollados. Como ya hemos advertido, el escaso interés e incluso el rechazo que genera el estudio de las mismas, el fracaso escolar de un elevado número de estudiantes en su abordaje y la consecuente falta de candidatos para estudios científicos superiores, pone de manifiesto la necesidad de una atención prioritaria de la problemática.

La propuesta didáctica que se presenta contiene los principios y las vías para la dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, que expresa los criterios para la selección, organización y funcionamiento de los componentes dinámicos del proceso, que aportan los fundamentos para estructurar y desarrollar dicho proceso a partir de un sistema de tareas docentes.

96

Entre los principios para lograr la dinamización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias se consideran los siguientes: el aumento gradual del papel del alumno en la autodirección de su aprendizaje; la aproximación del proceso de enseñanza-aprendizaje al proceso de la investigación científica; el aprovechamiento de las potencialidades de los recursos en la elevación de la productividad de la tarea, y la diversificación en las formas de presentación, ejecución y evaluación de las tareas. Los principios propuestos funcionan en unidad, es decir, en estrecha interrelación, por lo que permiten analizar el problema de la dinamización del proceso de una manera integral y sistémica.

El sistema de tareas en el nivel de tema estará conformado por las tareas para la clase y el trabajo extraclase, e incluirá los subsistemas de tareas para la comprensión del nuevo contenido, para el dominio del mismo y para su sistematización y generalización, organizados siguiendo la lógica del proceso de asimilación; el subsistema de tareas para la autoevaluación del aprendizaje quedará insertado en los diferentes estadios, atendiendo a sus funciones específicas.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, Carlos (1999). *Didáctica. La escuela en la vida*. Tercera edición. La Habana: Pueblo y Educación.
- ASECIO, Esperanza (2002). «Modelo didáctico para la dinamización del proceso de enseñanza –aprendizaje de la Física General en la formación de profesores de Física». Tesis presentada en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógica. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
- GIL, Daniel y OTROS (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* Santiago de Chile: Andros Impresores, UNESCO/Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC). Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003S.pdf>.
- (1999). *Atención a la situación mundial en la educación científica para el futuro*. La Habana: Academia. (Serie PROMET [Proposiciones metodológicas]).
- MACEDO, Beatriz (2006). «Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible». *Revista Educación* n.º 119, mayo-agosto, segunda época, pp. 2-7. La Habana.
- NIEDA, Juana y MACEDO, Beatriz (1997). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Madrid: OEI-UNESCO.
- RODRÍGUEZ, Maricela y OTROS (1999) *Formación de los conocimientos científicos en los estudiantes*. La Habana: Academia. (Serie PROMET).
- UNESCO (2002). Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (PREALC). Santiago de Chile: UNESCO/OREALC.
- /OREALC (2005). Proyecto Regional de Educación Científica. Santiago de Chile.
- VALDÉS, Pablo y VALDÉS, Rolando (1999). *Enseñanza-aprendizaje de las ciencias en secundaria básica. Temas de Física*. La Habana: Academia. (Serie PROMET).
- ZILBERSTEIN, José, PORTELA, R. y MACPHERSON, M. (1999). *Didáctica integradora de las ciencias. Experiencia cubana*. La Habana: Academia.

DE LA MESA DE LABORATORIO AL CELULOIDE: EL CINE EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Luciano Levin*

Claudia Beatriz Arango**

Mirian Elisabet Almirón***

[...] El cine es mi escuela de la tarde. Me ha dado y me da constantemente la historia vibrante del mundo, pasado o presente, con sus grandezas, sus alegrías, sus sufrimientos. Me da la posibilidad de tratar de comprender el gran drama de la humanidad para amarla más y me ha ayudado a encontrar un puesto entre los hombres.

Palabras de un joven francés en un periódico juvenil, citadas por Cándido Fernández en *Iniciación al lenguaje del cine*.

SÍNTESIS: En este artículo presentamos algunos elementos conceptuales para repensar la utilidad del cine, en particular del cine de ciencia ficción, en la enseñanza de las ciencias. Ofrecemos una estrategia didáctica, fuertemente anclada en el desarrollo conceptual –cuya principal fortaleza es la capacidad de insertar la enseñanza de la ciencia en contextos sociales, materiales y políticos– y en su metodología. En tal sentido, para el desarrollo de la estrategia utilizamos el concepto de «prototipo diegético».

Palabras clave: cine; prototipos diegéticos; ciencia ficción; escenarios especulativos; producción de conocimientos.

DA MESA DO LABORATÓRIO AO CELULÓIDE: O CINEMA NO ENSINO DE CIÊNCIA

SÍNTESE: Neste artigo, apresentamos alguns elementos conceituais para repensar a utilidade do cinema, particularmente do cinema de ficção científica, no ensino de Ciência. Oferecemos uma estratégia didática, fortemetne ancorada no desenvolvimento conceitual – cuja principal fortaleza é a capacidade de inserir o ensino de Ciência nos contextos sociais, materiais

*Licenciado en Biotecnología y Doctor en Ciencias Sociales, con especialización en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Es investigador asociado del CCTS-Universidad Maimónides, integrante del IEC-UNQ y del GIECIEN, ambos de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ).

**Licenciada en Educación. Es integrante del GIECIEN. Becaria de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ) UNQ.

*** Licenciada en Educación. Es integrante del GIECIEN. Becaria de Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, Argentina (CIC).

e políticos – e em sua metodologia. Em tal sentido, para o desenvolvimento de uma estratégia, utilizaremos o conceito de «protótipo diegético».

Palavras-chave: cinema; protótipos diegéticos; ciência ficção; cenários especulativos; produção de conhecimentos

FROM THE ART BOARD LABORATORY TO CELLULOID. THE CINEMA IN THE TEACHING OF SCIENCE

ABSTRACT: In this article, we present some conceptual elements to rethink the utility of the cinema, in particular science fiction cinema, in the teaching of science. We offer a teaching strategy, firmly grounded in the conceptual development –whose main strength is the ability to insert the teaching of science in social, material and political contexts– and in its methodology. In this sense, for the development of the strategy we use the «diegetic prototype» concept.

Keywords: cinema; diegetic prototypes; science fiction; speculative scenarios; production of knowledge.

1. INTRODUCCIÓN

100

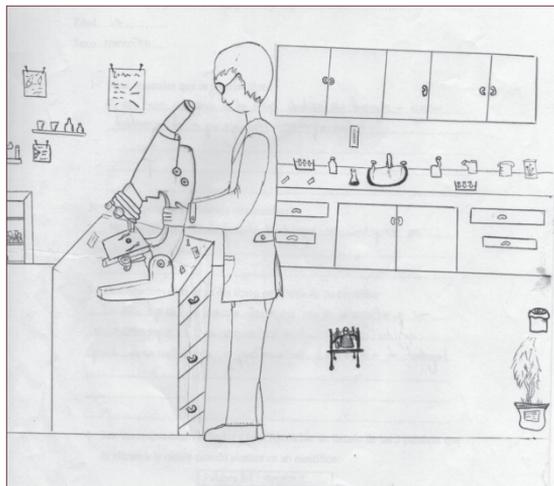
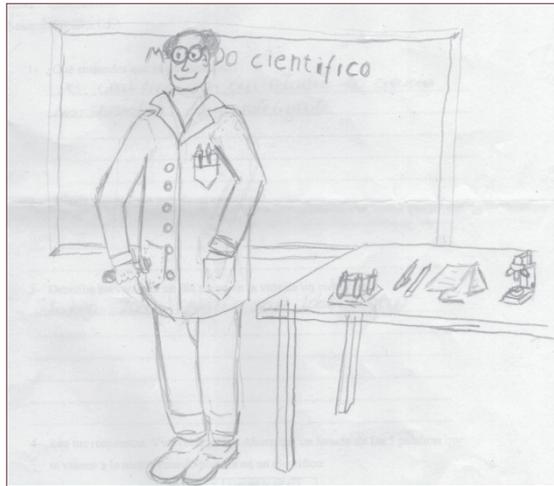
Si hiciéramos una encuesta preguntando los nombres de los diez científicos más célebres, seguramente recogeríamos unos cuantos reales pero, sin duda, la mayor parte de ellos surgiría de la interminable lista de científicos famosos que ha generado la ciencia ficción: el Dr. Frankenstein, Fausto, el Dr. Caligari, Cyclops... ¿Cómo se han hecho famosos estos personajes? Ciertamente a través de las excelentes novelas que los albergan, pero mucho, mucho más, gracias a la enorme industria cinematográfica, una de las mayores máquinas de ilusiones que ha generado la humanidad.

Son muchos los elementos que hacen que un personaje o una tecnología de ficción puedan ser considerados científicos y reales. Pero ciertamente no es la ciencia involucrada la que le otorga estas características. Por el contrario, la ropa con que se lo viste, el modo en que habla, los espacios en los que se mueve, las personas con las que interactúa, los objetivos que persigue, los aparatos que manipula, son algunos de los elementos que se utilizan para convertir a un personaje de ficción en un científico famoso o a una tecnología ficticia en el futuro de la industria. Y esto nos habla de una idea de ciencia que todos compartimos, que es posible objetivar para que algo –una persona, un objeto, un área de investigación– sea considerado científico, independientemente, como ya señalamos, de la ciencia involucrada.

Podemos observar esta idea en acción: por ejemplo, si le pedimos a un grupo de alumnos que dibujen un científico, verán que, salvo excepciones, hay patrones que se repiten: anteojos, tubos de ensayo, guardapolvos, pelo despeinado, etc. (GALAGOVSKY y ADÚRIZ-BRAVO, 2001; MEAD y MÉTRAUX,

1957). Muy pocas veces dibujarán una mujer, menos aun un libro y nunca, pero nunca, una empresa, dinero o un bosque. ¿Dónde se originan esas ideas acerca de la ciencia y los científicos que excluyen ciertos aspectos de la realidad e incluyen, selectivamente, otros?

GRÁFICO I
Dibujos de científicos realizados por chicos
de una escuela media de Buenos Aires



Nuestra hipótesis aquí será que muchas de estas ideas provienen de la literatura de ciencia ficción, expresada a través del cine del mismo género. Existe mucha bibliografía que apoya esta idea, en mayor o menor medida (KIRBY, 2003; SAGEBIEL y OTROS, 2009; WEINGART y PANSEGRAU,

2003; WEINGART, MUHL y PANSEGRAU, 2003), pero no vamos a explayarnos sobre este punto. Asumiremos que, efectivamente, el cine tiene una influencia cultural muy importante en la edad escolar, y dejaremos la cuantificación de esta influencia para otro tipo de trabajos.

2. MARCO CONCEPTUAL

Desde su invención, el cine ha ido cumpliendo diferentes roles en la sociedad. Ha pasado alternativamente de ser un mero espectáculo a convertirse en la esperanza de una educación democrática e inclusiva, entre muchas otras funciones que se le han ido asignando (MALOSETTI COSTA, 2006); ha servido fielmente a diferentes estrategias de marketing político, y ha moldeado la infancia de millones de niños. Por otro lado, también se han verificado sorprendentes cambios en los aspectos técnicos y en las modalidades de penetración, desde grandes salas públicas a pequeños reproductores privados con todas las variantes intermedias. Esta diversidad de roles y formatos ha permitido, entre otras cosas, que el cine ampliase sus públicos.

102

La historia crítica de la ciencia, la sociología del conocimiento y los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), en general, nos han mostrado convincentemente que el desarrollo científico y tecnológico no es algo inevitable o lineal. Por el contrario, existen determinantes que son tanto cognitivos y sociales como económicos o políticos, y no podemos poner, al menos a priori, a ninguno de ellos por sobre los otros. Vemos que los sistemas científicos nacionales se preocupan cada vez más por mostrar –y no *demonstrar*– que la ciencia y la tecnología que producen son necesarias, seguras, útiles, etc. (JENSEN y CROISSANT, 2007; JENSEN, LEVIN y KREIMER, 2011; LEVIN y KREIMER, 2011). Una prueba de ello es el auge de los estudios sobre comunicación y percepción pública de la ciencia (HILGARTNER, 1990; STURGIS y ALLUM, 2004) o los documentos de los diferentes niveles de decisión de política científica a lo largo del planeta. Así, no han de ser ignorados ni los públicos a los que se dirige la ciencia ni las diferentes formas y estrategias en las que esa comunicación se produce. Como ya se intuye, entendemos que los alumnos (de cualquier nivel educativo) pueden ser pensados también como un tipo de público particular. Dentro de este complejo panorama, el cine ocupa un lugar especial, puesto que reúne muchas condiciones de las que otros medios carecen: transversalidad social y temática, capacidad de llegada, impacto, universalidad, etc. Pero, en particular, la industria cinematográfica posee dos cualidades con las cuales la industria educativa no puede competir: financiación y capacidad de innovación. Es quizás debido a estas dos características que el cine, y últimamente también la televisión, pueden permitirse presentar de un modo mucho más convincente que cualquier otro

medio de difusión logros científicos, tecnologías y personas. Literalmente, el cine puede hacer que parezca creíble casi cualquier cosa.

Pero dentro del múltiple universo cinematográfico de cosas posibles hay un sector especialmente interesante, el de las películas de ciencia ficción, cuyo objetivo manifiesto es el de convencernos de que cierto tipo de tecnología, proyecto científico o cosmovisión científica del mundo es posible (KIRBY, 2010; WEINGART y PANSEGRAU, 2003).

Bien considerado, cuando un científico o una empresa quieren convencer a alguien de que su idea, proyecto o producto (científico o tecnológico) es útil, interesante o novedoso, deben realizar una demostración. Efectivamente, se organizan ferias y congresos donde se exponen los últimos avances en diferentes ámbitos, ya sea en formato de ideas (trabajos teóricos en congresos, ponencias, artículos) o prototipos (como en el caso de las muestras industriales y tecnológicas). Del mismo modo, podemos pensar al cine de ciencia ficción como un espacio más en donde se muestran este tipo de objetos y conceptos: una enorme feria de ciencias permanente y simultánea en todo el mundo. Allí se ensayan tecnologías, pero también se pone a prueba el modo en que la sociedad responde a ellas. En el nivel ficcional se puede observar cómo los testigos virtuales, es decir, los personajes ficticios que participan de la aparición de estos inventos, de ciertas tecnologías, actúan en pro o en contra de su proliferación. Pero también se puede analizar en el nivel real, observando la respuesta de las audiencias a las actitudes de los personajes cinematográficos frente a la presencia de nuevas tecnologías (ROSE, 2003; WEINGART y PANSEGRAU, 2003).

En un artículo reciente, David Kirby ha denominado «prototipos diegéticos»¹ (*diegetic prototypes*) a estos espacios ficcionales en los que la ciencia involucrada se vuelve real. Si bien en ese texto el concepto alude más específicamente a la tecnología utilizada, es posible extenderlo a la ciencia en su conjunto, entendida como un proceso de producción de conocimientos. Nosotros proponemos extenderlo aun más. Las diégesis científicas que propone el cine pueden ser utilizadas como universos consistentes en los cuales sustentar un recorrido pedagógico de acuerdo con los conceptos desarrollados en diferentes teorías del aprendizaje.

Orozco Gómez (1989) ha reunido las teorías vigentes acerca del proceso de aprendizaje en dos grandes grupos. Por un lado, están las teorías cognoscitivas que ponen el énfasis en las estructuras mentales más que en el contenido que se aprende, determinando así los límites en el grado de desarrollo de las destrezas individuales del sujeto. Por otro lado, podemos agrupar las

¹ El mundo ficticio en que las situaciones y eventos narrados ocurren.

teorías sociales del aprendizaje que, contrariamente a las anteriores, ponen la atención en los estímulos externos que serían los que actúan sobre el sujeto. Estos elementos provenientes del exterior no serían otra cosa que modelos que han sido sancionados como adecuados. En este caso, como se señaló antes, estas teorías del aprendizaje centran el eje en el contenido de lo que se aprende y no en la estructura mental del sujeto (OROZCO GÓMEZ, 1989). Este autor propone una nueva alternativa para entender las teorías del aprendizaje a la que él denomina «modelo de guiones mentales»². La existencia de estos guiones en la mente de los aprendices nos llevaría a repensar, por ejemplo, el orden de los pasos en la producción de videos educativos, comenzando por el sujeto que aprende en vez de partir del contenido por transmitir. Esto no significa desestimar los contenidos sino, más bien, supeditar la producción y trasmisión de los mensajes a las necesidades educativas, lo que nos llevaría a realizar un estudio minucioso de las necesidades de los receptores antes de producir un modelo.

104

Resulta oportuno, antes de continuar, resaltar la importancia de los modelos en la enseñanza de las ciencias como herramienta de utilidad didáctica. Aprender ciencias naturales en la escuela consiste en que los docentes puedan reconstruir los contenidos científicos por medio de una imagen didáctica adecuada (GALAGOVSKY y ADÚRIZ-BRAVO, 2001). Desde el Renacimiento, en donde la relación entre las imágenes y las cosas sustituyó poco a poco la antigua hegemonía de la palabra, la imagen se fue consolidando como un vínculo insustituible entre el pensamiento y el mundo real, sustitución que ha permeado, como sabemos, todos y cada uno de los ámbitos de la vida humana.

El cine, en tanto imagen en movimiento, ocupa un lugar de privilegio en la posibilidad de establecer vínculos entre el pensamiento y el mundo real. Este es el punto de partida que permite afirmar que el cine puede ser utilizado como un vehículo eficiente para enseñar ciencia.

Gran parte de la historia de los intentos de incorporación de las actividades audiovisuales en los espacios de educación formal da cuenta de que los mismos han terminado en grandes fracasos (MALOSETTI COSTA, 2006) y algunas de esas actividades no han pasado de ser simplemente recreativas. Superar esas propuestas es el principal intento de este trabajo.

Peter Weingart ha señalado que existen dos tipos de películas sobre ciencia. Por un lado, están aquellas que se ocupan, principalmente, de

² El concepto de guion –desarrollado en psicología cognitiva y en la teoría del discurso– ha sido utilizado por Holland y Cole (1995) para tratar la relación entre el significado personal y el significado social.

las consecuencias de la aplicación de la ciencia y la tecnología, que actúan como una suerte de «conciencia de la relación entre sociedad y ciencia» (WEINGART, MUHL y PANSEGRAU, 2003). En definitiva, tanto la ciencia como estos filmes persiguen el mismo objetivo: testear diferentes concepciones del futuro. ¿Queremos un futuro con reducción de las emisiones de carbono? (una pregunta legítima de la ciencia hoy día). ¿Queremos un futuro donde las tecnologías convergentes³ sean aplicadas al ser humano? (una pregunta de la ciencia y de la ciencia ficción). ¿Queremos construir un mundo virtual y habitar enteramente en él? (una pregunta de la ciencia ficción). El otro tipo de películas es el que muestra científicos locos obsesionados con una idea, caracterizados por una falta total de interés por las consecuencias sociales de su trabajo.

Otra distinción importante que vale la pena considerar es la que realiza Kirby (2010) cuando señala que existe una diferencia entre los filmes que construyen prototipos diegéticos y los que construyen lo que él denomina «escenarios especulativos». En el primer caso, existe un interés específico y real en transmitir a la audiencia la plausibilidad, efectividad y necesidad de una idea o tecnología dada, como es claro, por ejemplo, en películas como *Parque jurásico* (*Jurassic Park*) y *Sentencia previa* (*Minority Report*). Mientras que en el segundo caso simplemente se disfraza de luces y colores reales a una idea por completo descabellada, sin intencionalidad de convencer de nada sino solo de entretener durante las dos horas que dura el filme: es el caso de *El núcleo* (*The Core*) o *La máquina del tiempo* (*The Time Machine*). Para nuestros objetivos, tanto los escenarios especulativos como los prototipos diegéticos pueden ser útiles. Tomemos un caso como ejemplo. En la película *El día después de mañana* (*The Day After Tomorrow*) se nos presenta una catástrofe natural provocada como consecuencia del cambio climático global. Si nos ceñimos a la idea de Kirby, este filme debe ser considerado dentro de aquellos que proponen escenarios especulativos. No hay evidencias científicas de que un cambio climático de esas características pueda ocurrir en un período tan breve. Sin embargo, si ampliamos la mirada y observamos el modo en que está presentado el sistema científico internacional, el lugar que ocupan los científicos, los políticos, los empresarios, y el modo en que el conocimiento se construye, podemos convenir en que puede ser incluida dentro de la categoría de los prototipos diegéticos. Todo el filme trata de convencernos de que el cambio climático existe y que es necesaria una acción humana concertada para revertirlo.

³ El concepto de tecnologías convergentes se refiere a los esfuerzos que se hacen desde diferentes ramas de la ciencia y la tecnología, biotecnologías, TIC, nanotecnologías y neurociencias para colaborar en el diseño de conceptos y dispositivos que permitan mejorar de algún modo las capacidades humanas, ya sea con mayor calidad de salud o bien aumentando las capacidades cognitivas, etcétera.

El cine, al igual que otros medios de comunicación, ha contribuido con un proceso al que Virginia S. Funes (2003) ha denominado «implosión referencial». Este proceso contribuye con la modificación de la estructura de la experiencia cotidiana. Así, se multiplican las capacidades con las que los individuos se apropian de manera reflexiva de ciertas ideas que, probablemente, no resultarían de los encuentros diarios dentro de su mundo cotidiano: escuela, trabajo, comunidad.

Estas ideas sobre el cine están siendo trabajadas teóricamente desde hace algún tiempo. Haynes (1994) nos ha mostrado cómo se ha construido en la historia la imagen (o las imágenes) estereotipada que el cine tiene de los científicos, y cómo el mismo ha contribuido especialmente a esa historia. David Kirby, en varios artículos, nos ha mostrado cómo el cine es utilizado por los políticos para generar ideología respecto de temas como el cambio climático o la industria espacial y, más recientemente, cómo es utilizado para generar una recepción adecuada de ciertas tecnologías. En ambos casos, con científicos de por medio que trabajan en la producción misma del filme (KIRBY, 2003, 2010).

106

Ahora, si asumimos que el cine tiene, al menos desde hace algún tiempo, alguna de estas características, bien podemos valernos de él para mostrar cómo funcionan ciertas ideas científicas. Podemos realizar lo que Chevillard (1997) denomina «transposición didáctica», es decir el proceso o los procesos que acortan la distancia entre el saber sabio, propio de los especialistas, y el saber enseñado dentro de las aulas. El cine en la escuela se constituiría en ese puente que une ambos saberes a simple vista tan distantes.

La influencia de una imagen resulta de verdadera importancia a la hora de pensar las mediaciones cognitivas que tienen lugar, no en la pantalla, sino en la mente de los sujetos en relación con la información transmitida. Hay que tener en cuenta que el proceso de aprendizaje está mediado por los diferentes lenguajes, en este caso los propios de la industria cinematográfica, que son las formas de la videotecnología utilizadas, las propiedades intrínsecas de la información por transmitir y la cultura del sujeto que aprende (OROZCO GÓMEZ, 1989).

3. ¿CUÁL ES EL OBJETIVO DE UTILIZAR EL CINE EN EL AULA?

El cine es portador de visiones de la realidad y como tal proponemos que sea utilizado. El objetivo de la utilización no es agotar ni reemplazar la explicación de contenidos curriculares provistos por las formas tradicionales de la enseñanza. Nos volveríamos locos buscando películas que nos hablen, por

dar un ejemplo, de la estructura del átomo o de lo que significa una reacción química. Perderíamos tiempo y nunca encontraríamos la escena perfecta. Ese lugar lo ocupan, quizás, los documentales y determinado tipo de videos educativos. Justamente la potencia que tiene el cine como recurso didáctico es sobrevolar los conceptos específicos, transmitiendo visiones que se desprenden de ellos. El cine nos habla no tanto *de* ciencia sino *sobre* la ciencia.

Por otro lado, la utilización del cine permitiría cuestionar y reflexionar sobre conceptos científicos que tradicionalmente son transmitidos como verdades acabadas y descontextualizadas, provocando dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje (CHAMIZO, 2010). Esta manera de enseñar corre el riesgo de ofrecer una imagen inapropiada del quehacer científico y de la ciencia, ya que se suelen presentar los conceptos y leyes científicas de manera aséptica, neutra y objetiva. Solo se puede comprender el significado de una investigación o un descubrimiento si se conocen y comprenden las creencias, motivaciones, aciertos y errores de quienes los llevaron a cabo (PACÍFICO, 1996), lo que conduciría a desmitificar a las ciencias, es decir, sacarlas de ese lugar neutro y objetivo en el que históricamente han sido colocadas y, sobre todo, mantenidas en los ámbitos educativos más básicos y que operan en el imaginario de una gran parte de los docentes y de la sociedad en general. Esas ideas tienen su origen en el *etos* científico definido por Robert Merton (1968).

En consecuencia, el cine puede ser utilizado como un recurso privilegiado para enseñar conceptos metacientíficos que, de otra manera, pueden volverse áridos o poco atractivos.

Un ejemplo con escenas de dos películas lo dejará más claro.

- En *Frankenstein* (1931), encontramos la conocida escena en la que el Dr. Víctor Frankenstein da vida a un monstruo hecho de fragmentos humanos utilizando la energía de un rayo.
- En *El sexto día* (*The 6th Day*) (2000) se da vida a un cuerpo clonado.

¿De qué nos hablan estas escenas? Desde un punto de vista biológico, ambas nos muestran dos formas completamente diferentes de concebir la biología y la vida en general. En la primera, la vida es la sumatoria de las partes: un cuerpo humano funcionaría como una máquina donde cada pieza tiene un rol específico y si las colocamos en el orden adecuado y le proporcionamos energía (rayo), la máquina viva saldrá andando.

En la segunda, en cambio, el fenómeno de la vida es entendido en forma compleja. Aunque existen las piezas, y estas también necesitan estar

en el orden adecuado, eso no es suficiente. Según esta otra escena, la vida es un fenómeno que se desarrolla. La energía no es relevante pues es necesario reproducir el patrón biológico del desarrollo (aunque a otra velocidad) y eso pone a la vida en un lugar totalmente diferente del de las máquinas.

El proceso de entender uno u otro modo de pensar la vida podría hacerse a través de la lectura de manuales acerca del funcionamiento de la célula, realizando cursos completos de biología, o puede adquirirse «de un pantallazo» mirando una u otra escena de estas películas. Por supuesto que la comprensión profunda de los fenómenos es una cosa diferente, pero el concepto central viene incluido, podemos capturarlo con la guía adecuada. Por otra parte, no es el objetivo de una actividad de estas características el lograr que los espectadores se conviertan en biólogos profesionales, aunque sí busquemos, por ejemplo, que entiendan el modo de pensar de los biólogos de una u otra época. Como oportunamente señalara Gómez Orozco (2001): «Los televidentes “no nacen, se hacen”. Y una educación de las audiencias enfrenta, ante todo, el reto de su “hechura”, de su constitución alternativa».

4. ¿CÓMO UTILIZAR EL CINE EN EL AULA?

La propuesta consiste en el diseño de ciclos de cine temáticos de aproximadamente una hora de duración, estructurados en base a un guion. Un ciclo de cine estriba en el diseño de un guion acerca de lo que se quiere contar y en la selección de una serie de puntos de ese guion que serán ilustrados con fragmentos cortos de películas de ciencia ficción, de no más de 5-10 minutos de duración. Estos fragmentos estarán relacionados a partir de un eje conceptual, ya sea para mostrar que las «realidades» de la ciencia no han sido siempre del mismo modo, o para construir un concepto científico social e históricamente sólido. Los fragmentos deben ser seleccionados, con cuidado, atendiendo tanto a la imagen como al guion, de modo que quede concentrado en esos pocos minutos el mensaje central de lo que se quiere comunicar. Entre fragmento y fragmento se pueden incluir breves explicaciones sobre el contexto histórico del filme, su ficha técnica y esbozos generales que refresquen conceptos teóricos ya vistos en clase o que van a ser abordados a la brevedad.

También es función del docente ir marcando el hilo unificador que relaciona un fragmento fílmico con otro, de modo que se pueda extraer de los pasajes observados un tipo de información diferente a la que ha querido transmitir el director de la película.

Lo primero que hay que tener en cuenta es que los diferentes tópicos que se elijan para trabajar pueden ser abordados de diversas maneras (BLYTHE, 2004) y desde múltiples modalidades de aprendizaje o inteligencias, ya que, según Gardner (1994), no todos los sujetos aprenden de la misma manera, ni una persona utiliza los mismos procesos cognitivos para aprender todas las cosas.

4.1 DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA (RECORTE DE CONTENIDOS)

La definición de la problemática general sobre la que versará el ciclo responde a las siguientes preguntas que, aunque puedan parecer fáciles, tienen varios niveles:

- ¿Qué quiero contar?
- ¿Qué es lo que quiero que mis alumnos comprendan?

Si tenemos en cuenta los lineamientos de Blythe (2004), debemos situar la problemática más general –o tópico generativo– del asunto que queremos tratar y preguntarnos sobre su pertinencia para la realidad local en la que estamos inmersos, su pertinencia en un ámbito educativo y en el ámbito educativo particular en el que trabajaremos. Es decir, debemos seleccionar el tópico generativo a ser enseñado, que debe ser comprensible e interesante para los alumnos pero también rico en conexiones, para poder ser abordado desde diferentes puntos de acceso, permitiendo su vinculación con las ideas previas de los discentes y con las importantes dentro de las disciplinas. El éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje⁴ se basa en comprender que los contenidos son solo provocadores del aprendizaje (OROZCO GÓMEZ, 1989); lo fundamental es estimular nuevas interacciones en los sujetos que aprenden.

En consecuencia, por ejemplo, no es lo mismo hablar de temas ambientales frente a una audiencia sensibilizada respecto de ellos que frente a un grupo de alumnos que por primera vez se enfrenta a problemáticas ambientales en un contexto educativo.

La selección de problemáticas responde a nuestros supuestos conceptuales y no a la diagramación curricular de la enseñanza. En otras palabras,

⁴ Los términos de enseñanza y aprendizaje presentan una dependencia ontológica que no debe confundirse con causalidad. En este proceso siempre están involucradas dos personas que están implicadas de algún modo. Al examinar la naturaleza de este compromiso se advierte que una de las personas sabe o es capaz de hacer algo que trata de compartir con la otra (FENSTERMACHER, 1998, p. 4).

aunque estemos diseñando un ciclo de biología no perderemos de vista el hecho de que la biología es, para nosotros, un conjunto de conocimientos elaborados a través de un proceso de construcción de conocimiento mediante múltiples niveles de negociación y de reconocimiento de argumentaciones que no son, en ningún caso, verdades acabadas.

En ocasiones, la problemática o tópico generativo puede ser tomada de la realidad social (por ejemplo, el consumo de drogas, los organismos transgénicos o el cambio climático); en otras se desprenderá de los temas sobre los que versa el cine (robots, viajes en el tiempo), o también puede decidirse de acuerdo a los intereses particulares del docente, del alumnado o del equipo pedagógico, etcétera.

Es necesario atender el hecho de que para que los guiones presentados sean significativos para los receptores es necesario que haya cierta familiaridad entre lo que se presenta en la pantalla y lo que sucede en la vida real, ya que los tópicos no serán aprendidos por el solo hecho de ser transmitidos, sino que influye en este proceso la cultura del sujeto que aprende. Conceptualizaciones reduccionistas sostienen que la información que se propone para ser aprendida solo requiere de ser presentada claramente. Si bien la claridad es necesaria, no es suficiente. Un elemento a tener en cuenta es la puesta en escena de esa información (OROZCO GÓMEZ, 1989).

110

4.2 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN DE LOS CICLOS

Esta etapa responde a otra pregunta que debemos hacernos: ¿cómo quiero contar lo que quiero contar?

Los diferentes modos en que se puede contar el problema que se ha seleccionado dependerán, nuevamente, de la audiencia, pero también del problema concreto del cual se trate. Habrá problemas que puedan ser abordados con más facilidad en términos históricos y otros en los que seguir esta línea argumental sea imposible o confuso.

Proponemos tres formas o criterios básicos que pueden seguirse para contar casi cualquier problema:

- *Histórico*: este criterio pretende mostrar cómo fue el desarrollo histórico de un problema particular, por lo que es más apto para contar problemáticas de gran envergadura, problemas que tengan una historia, en el sentido clásico del término. Por ejemplo, aunque el conflicto entre los habitantes de la localidad argentina de Gualeguaychú y la pastera uruguaya Botnia tenga sus raíces

históricas, difícilmente se pueda dar cuenta de él a través del cine. Pero el cambio climático global, sus consecuencias y las formas de abordarlo es, probablemente, un tema que se adecúa mejor a esta forma de contar.

- *Disciplinar*: este criterio es apto para mostrar problemáticas en las que no está claro quién se hace cargo del problema⁵, ya sea en términos políticos o meramente conceptuales, o en las cuales los modos de intervención son múltiples. Sin embargo, no es muy apropiado, por ejemplo, para trabajar sobre conceptos físicos, químicos o matemáticos; antes bien, es útil para problemáticas en las cuales lo disciplinar sea un tema de controversia. En este sentido, hacernos la pregunta: ¿quiénes son los encargados de responder socialmente ante un problema? puede ayudarnos a elegir este criterio. Cuando estamos frente a un problema de salud, por ejemplo, la respuesta se presenta claramente: son las autoridades sanitarias y los médicos los encargados de dar respuestas. Pero cuando nos enfrentamos a problemáticas ambientales, tecnológicas o industriales, la respuesta no es tan fácil. ¿Son los ecólogos o los climatólogos, o ambos, aquellos a los que hay que consultar respecto del cambio climático? ¿Su opinión es más válida que la de los industriales que ven amenazados sus modos de producción y, por lo tanto, de vida? ¿Qué papel juegan los políticos en las decisiones que se toman al respecto? Encarar un problema desde esta perspectiva nos permite desestructurarlo, contar las diferentes versiones y ponerlas en tensión.

Mediante este criterio se intenta responder a la pregunta: ¿quién se hace cargo del problema y de qué modo? La estructura del átomo es un problema de física y química básicas, pero difícilmente podamos decir lo mismo de problemáticas como la adicción a drogas, o el SIDA.

- *Transversal*: este criterio es apto para problemáticas que atraviesan tanto a las disciplinas como a diferentes períodos históricos. Es el más interesante de abordar y el más complejo. Puede ser utilizado en problemáticas en las que sean claros los cambios disciplinares a lo largo del tiempo. Por ejemplo, si tomamos la adicción a sustancias como problemática, puede ser interesante mostrar cómo, en diferentes momentos históricos, la mirada

⁵ Para una discusión teórica acerca de lo que significa la definición de problemas sociales y los modos en que se asignan las responsabilidades ver, por ejemplo, Gusfield (1981).

teórica sobre el abuso de drogas fue cambiando. De una mirada policial que igualaba al adicto con un delincuente se pasó a una mirada psiquiátrica que lo pensaba como un desviado mental. Luego la mirada psicológica pensó en corregir su comportamiento con psicoterapia y, más tarde, una mirada social lo pensó como la víctima de un modelo de sociedad. En la actualidad, la mirada neurobiológica del problema entiende a la adicción como un problema fundamentalmente del cerebro.

Sea cual fuere el criterio que elijamos, hay que tener presente que el aprendizaje no consiste en una sumatoria de saberes, sino en una reestructuración de los aprendizajes y comprensiones previas, para poder ser aplicados en nuevas situaciones. Así, la comprensión se evidencia cuando las personas pueden pensar y actuar de manera flexible a partir de sus conocimientos previos. Es decir que cada nuevo conocimiento se integra en una red de conocimientos previamente construidos, al mismo tiempo que provoca su reconfiguración, generando nuevos sentidos y expandiendo las comprensiones anteriores, permitiendo a los alumnos la posibilidad de actuar flexiblemente en situaciones nuevas (PERKINS, 1999).

4.3 ESTUDIO DE LA PROBLEMÁTICA: RECOPIACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA E IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS RELEVANTES

Una vez elegido el tema y seleccionado el modo en que se quiere contar, hay que investigar un poco. Siempre es buena idea recurrir a la divulgación científica como primera aproximación a un tema; porque en general, allí se nos brinda bibliografía introductoria que podemos consultar. Internet es otra opción, y también es una buena idea consultar a especialistas.

4.4 GUIÓN

Una vez elegido el tema y seleccionado el modo de contarlo, hay que elaborar un guion muy concreto que atraviese las problemáticas identificadas en el punto anterior. Se intentará definir momentos importantes del mismo, que serán aquellos sobre los que se buscarán los fragmentos de las películas. El guion es la columna vertebral del ciclo de cine y lo que le da sentido a algo que, de otra manera, sería un grupo de fragmentos de filmes sin sentido alguno. En otras palabras, tiene que estar armado en función de las preguntas iniciales: ¿qué quiero contar? y ¿qué es lo que quiero que mis alumnos comprendan? A partir de él se seleccionarán las escenas que serán vistas por los estudiantes, pero también tendrá toda la información adicional que el docente requiera para darle coherencia temática a cada ciclo. Los datos

históricos, la información sobre las películas, sus personajes, sus actores y los contextos científicos formarán parte de este guion.

4.5 SELECCIÓN DE FRAGMENTOS

Una vez establecido el guion, se seleccionarán cuatro o cinco momentos importantes del mismo. Para esto, será fundamental pensar en los destinatarios del ciclo: ¿qué edad tienen?; ¿es la primera vez que se encuentran con este tema? Sobre estos momentos particulares es que se buscarán especialmente los fragmentos fílmicos que los ilustren. Como dijimos, es importante considerar que los fragmentos no deben ser muy largos (5 minutos, máximo 10) y, lo principal: no hay que olvidar al público. Por ejemplo, secuencias o escenas de cine mudo pueden aburrir rápidamente a una audiencia de adolescentes, o diálogos excesivamente técnicos pueden confundir a un público no entrenado en esa jerga particular.

En lo posible, se privilegia el uso de filmes muy conocidos bajo el supuesto de que queremos que los chicos puedan desarrollar una nueva mirada sobre algo que creen que ya conocen.

Tampoco hay que olvidar las cuestiones técnicas, como el idioma y los subtítulos que, si no son tenidos en cuenta, pueden desvalorizar la totalidad del trabajo.

Existen varios recursos para encontrar fragmentos de películas que sean útiles. La página web Internet Movie Data Base (www.imdb.com) posee una sección de búsqueda donde pueden incluir muchísimos parámetros, palabras clave, temas, conceptos, etcétera.

En la bibliografía proponemos una serie de libros de cine que cuentan con información de muchísima utilidad. Finalmente, están los foros especializados, los *blogs* y las páginas de fans, recursos inagotables para hacer preguntas e investigar.

4.6 ARMADO DEL CICLO

Una vez escrito el guion y seleccionados los fragmentos hay que armar el ciclo propiamente dicho. Recomendamos ampliamente la preparación de una presentación en PowerPoint, de un *prezi*⁶, o de láminas que

⁶ Es una aplicación de presentación online y una herramienta narrativa que usa un solo lienzo en vez de diapositivas tradicionales y separadas.

acompañen la actividad en los momentos en los que no hay imagen audiovisual, puesto que la diferencia de tensión entre un momento en que se está observando un fragmento fílmico y los lapsos intermedios es muy grande y algunas audiencias tienden a dispersarse a la espera del próximo momento cinematográfico. En este material adicional se pueden incluir otros elementos conceptuales que no quedaron explícitos en la película. Se deben sistematizar los elementos más importantes que se van desarrollando a lo largo del ciclo, así como información sobre el filme, datos curiosos sobre los actores o los escritores de las historias que amenicen la actividad, etc. Así se dispondrá de toda una batería de elementos para incentivar el aprendizaje.

Para armar el ciclo, simplemente se pueden colocar los fragmentos de películas en archivos numerados e ir reproduciéndolos a medida que se necesiten. Otra opción más compleja es realizar un DVD con un menú interactivo. Finalmente, se puede hacer un archivo en formato único que contenga tanto las imágenes de PowerPoint como los fragmentos de video. La complejidad del producto final queda en manos de la habilidad de cada uno.

4.7 ACTIVIDADES PREVIAS

114

Muchas veces es necesario preparar a los alumnos para que puedan aprovechar mejor este tipo de actividades, que no deberían llegar en un vacío argumental respecto del resto de las actividades curriculares. La correcta inserción en el programa de contenidos permitirá que se aprovechen mejor, y esto es bueno explicitarlo.

Las estrategias para trabajar en las actividades previas son múltiples y dependen del tema particular que estemos desarrollando: cuestionarios previos sobre los tópicos centrales del ciclo de cine, experiencias de laboratorio que sensibilicen la curiosidad sobre temas particulares o lecturas históricas son algunas ideas muy útiles.

4.8 ACTIVIDADES POSTERIORES

Del mismo modo que las actividades previas, lo que hagamos después del ciclo de cine permitirá afianzar los conocimientos aprendidos y también utilizarlos como plataforma para seguir avanzando.

Si se ha realizado un cuestionario previo, es buena idea hacer uno posterior, donde puedan reflejarse los cambios que se han producido (si los hubo).

Una actividad interesante que se puede plantear, más allá de trabajar con los contenidos, es hacerlo con el formato e incentivar este tipo de mirada del cine en los alumnos. Para ello, se les puede pedir, por ejemplo, que busquen alguna escena en una película y la analicen de un modo similar al que se ha hecho con el ciclo. Por supuesto que no les podemos pedir a los estudiantes que realicen un ciclo de cine completo, al menos no individualmente, pero que analicen un fragmento corto no es mala idea. Quizás organizar una actividad de largo plazo, donde los discentes tengan que preparar un ciclo de cine para una feria de ciencias o para finalizar el año sea una opción a considerar.

5. CONCLUSIÓN

Educar consiste en proporcionar los medios para que los estudiantes estructuren sus propias experiencias con el fin de ampliar lo que cada uno ya sabe, lograr una acción autónoma y percibir el lugar que ocupan en el mundo. Por eso, consideramos que la enseñanza no consiste en brindar conocimientos, sino más bien en proporcionar los medios para lograr el acceso a ese saber y acrecentarlo (FENSTERMACHER, 1989). En consecuencia, los contenidos no se enseñan para que el alumno sea un especialista, sino para aumentar su capacidad de comprender el mundo e influir sobre él. Es así como estructuramos y dimos forma a los ciclos de cine, convirtiéndolos en una herramienta que contribuya a cumplir dichos objetivos.

Pensar los guiones como mediadores del aprendizaje implica mostrar distintos fines que podrían alcanzarse secuenciando correctamente diversos personajes y/o acontecimientos significativos.

El receptor no culmina el proceso de aprendizaje cuando se aleja de la pantalla, sino que lo observado sigue interactuando con las distintas estructuras existentes en él. En esa reacomodación⁷ es donde cuestiona o reflexiona sobre la información recibida.

⁷ En el proceso de enseñanza-aprendizaje, cuando el enseñante presenta un nuevo concepto o idea al sujeto que aprende, se produce lo que Piaget denominó «adaptación», un proceso que conlleva una doble faz: la de asimilación y luego la de acomodación. En esa instancia el sujeto internaliza el objeto mediante la asimilación y una vez interiorizado realiza una interpretación de dicho objeto escaneándolo y ubicándolo en relación a los esquemas ya poseídos con anterioridad. De la interpretación deviene un proceso de acomodación, donde el sujeto reacomoda el estado de su sistema de red cognitiva a la inclusión de un nuevo dato. Esta reacomodación permite la vuelta al estado de equilibrio.

BIBLIOGRAFÍA

- BLYTHE, T. (2004). *La enseñanza para la comprensión: guía para el docente*. Buenos Aires: Paidós.
- CHAMIZO, J. A. (2010). «Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias». *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 7, n.º 1, pp. 26-41.
- CHEVALLARD, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- FENSTERMACHER, G. (1989). «Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza», en M. C. WITTRICK (ed.), *La investigación de la enseñanza: enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.
- FUNES, V. S. (2003). «Cinevidencias: la interacción de las audiencias, el cine y la educación». Congreso Iberoamericano de Comunicación y Educación «Luces en el laberinto audiovisual». Disponible en: www.atei.es/recursos/doc/4_1cinevidencias.pdf.
- GALAGOVSKY, L. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2001). «Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: El concepto de modelo didáctico análogo». *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 19, n.º 2, pp. 231-242.
- GARDNER, H. (1994). *Educación artística y desarrollo humano*. Buenos Aires: Paidós.
- GUSFIELD, J. (1981). *The Culture of Public Problems: Drinking-Driving and the Symbolic Order*. Chicago, IL: Chicago University Press.
- HAYNES, Roslynn Doris (1994). *From Faust to Strangelove: Representations of the Scientist in Western Literature*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- HILGARTNER, S. (1990). «The Dominant View of Popularization: Conceptual Problems, Political Uses». *Social Studies of Science*, vol. 20, n.º 3, pp. 519-539.
- JENSEN, P. y CROISSANT, Y. (2007). «CNRS Researchers' Popularization Activities: A Progress Report». *Journal of Science Communication*, vol. 6, n.º 3. Disponible en: [http://jcom.sissa.it/archive/06/03/Jcom0603\(2007\)A01/](http://jcom.sissa.it/archive/06/03/Jcom0603(2007)A01/).
- , LEVIN, L. y KREIMER, P. (2011). «Popularization by Argentine researchers: the activities and motivations of CONICET scientists». *Public Understanding of Science*, vol. 20, n.º 1, pp. 37-47.
- KIRBY, D. (2003). «Scientists on the Set: Science Consultants and the Communication of Science in Visual Fiction». *Public Understanding of Science*, vol. 12, n.º 3, pp. 261-287.
- (2010). «The Future is Now: Diegetic Prototypes and the Role of Popular Films in Generating Real-World Technological Development». *Social Studies of Science*, vol. 40, n.º 1, pp. 41-70.
- LEVIN, L. y KREIMER, P. (2011). «Las dimensiones sociales de la ciencia en el cine», en B. JEFFERSON DE OLIVEIRA y C. CARRILLO TRUEBA (eds.), *Ciência no Cinema. Uma olhada latino-americana*. Mina Gerais: Argumentum Editora y Scientia.
- MALOSSETTI COSTA, L. (2006). «Algunas reflexiones sobre el lugar de las imágenes en el ámbito escolar», en I. DUSSEL y D. GUTIÉRREZ (eds.), *Educación la mirada: Políticas y pedagogías de la imagen*. Buenos Aires: Manantial.
- MEAD, M. y MÉTRAUX, R. (1957). «Image of the Scientist among High-School Students». *Science*, vol. 126, n.º 3270, pp. 384-390.

- MERTON, R. K. (1968). *Social Theory and Social Structure*. Chicago, IL: The Free Press.
- OROZCO GÓMEZ, G. (1989). «Mediaciones cognoscitivas y videos educativos. Un reto para la producción del aprendizaje». *Revista Signo y Pensamiento*, n.º 14. Disponible en: www.javeriana.edu.co/signoyp/coleccion.htm.
- (2001). «Audiencias, televisión y educación: Una deconstrucción pedagógica de la “televidencia” y sus mediaciones». *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 27. Monográfico: Reformas educativas: mitos y realidades. Disponible en: www.rieoei.org/rie27a07.htm
- PACÍFICO, A. (1996). *Pensamiento científico III*. Buenos Aires: Prociencia-CONICET.
- PERKINS, D. (1999). «¿Qué es la comprensión?», en M. STONE WISKE (comp.), *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires: Paidós.
- ROSE, C. (2003). «How to Teach Biology Using the Movie Science of Cloning People, Resurrecting the Dead, and Combining Flies and Humans». *Public Understanding of Science*, vol. 12, n.º 3, pp. 289-296.
- SAGEBIEL, F. y OTROS (2009). «How to Change Stereotypical Images of Science, Engineering & Technology?» *Soziale Technik*, n.º 4, pp. 17-19. Disponible en: www.ifz.tugraz.at/ias/Media/Dateien/Downloads-IFZ/IAS-STS/Papers-Essays-Books/How-to-change-stereotypical-images-of-science-engineering-and-technology.
- STURGIS, P. y ALLUM, N. (2004). «Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes». *Public Understanding of Science*, vol. 13, n.º 1, pp. 55-74.
- WEINGART, P. y PANSEGRAU, P. (2003). «Introduction: Perception and Representation of Science in Literature and Fiction Film». *Public Understanding of Science*, vol. 12, n.º 3, pp. 227-228.
- , MUHL, C. y PANSEGRAU, P. (2003). «Of Power Maniacs and Unethical Geniuses: Science and Scientists in Fiction Film». *Public Understanding of Science*, vol. 12, n.º 3, pp. 279-287.

RECURSOS WEB

- Axxón, Ciencia Ficción en Bits*.
<http://axxon.com.ar/axxon.htm>.
- Cuásar*. Revista de ciencia ficción, terror y fantasía.
www.revistacuasar.com.ar/
- Planeta5000.com. Terror-Serie B-CiFi y mucho +*.
www.planeta5000.com/.

HACIA EL DESARROLLO DE UNA CULTURA CIENTÍFICA LOCAL PARA HACER FRENTE A LA PROBLEMÁTICA DEL CHAGAS RESULTADOS PRELIMINARES DE UNA EXPERIENCIA CON JÓVENES DE LA REGIÓN CARIBE COLOMBIANA

Omar Cantillo-Barraza *

Mariana Sanmartino **

Jorge Chica Vasco ***

Omar Triana Chávez****

SÍNTESIS: La enfermedad de Chagas es uno de los problemas de salud pública más importantes de América Latina. Su relación con factores sociales como pobreza, intervención antrópica, migración y escasa educación sobre el tema en zonas endémicas, lo han convertido en un problema con pocas esperanzas de solución definitiva en el corto o mediano plazo. Así, para avanzar en la búsqueda de respuestas efectivas se hace necesario el planteo de abordajes que involucren a los factores sociales correlacionados con la transmisión de la enfermedad. En este marco, las condiciones en las que se da la transmisión del Chagas en la zona rural del municipio de Mompós (Caribe colombiano) hacen de esta zona un lugar ideal para entablar un nuevo modelo de participación comunitaria que apunte al desarrollo de una cultura científica local para afrontar el problema. No obstante, la puesta en marcha de este tipo de iniciativas debe ser concertada con la comunidad y partir desde la percepción que tienen sobre el tema los destinatarios.

119

* Investigador en el Laboratorio Biología y Control de Enfermedades Infecciosas (BCEI) de la Universidad de Antioquia, Colombia.

** Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina. Integrante del Grupo de Didáctica de las Ciencias (GDC) del Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLYSIB), Universidad Nacional de La Plata (UNLP-CONICET), La Plata, Argentina.

*** Investigador en el Laboratorio Biología y Control de Enfermedades Infecciosas (BCEI) de la Universidad de Antioquia, Colombia.

**** Profesor titular en el Instituto de Biología de la Universidad de Antioquia, Colombia, donde también es coordinador del Laboratorio Biología y Control de Enfermedades Infecciosas (BCEI).

En la elaboración del presente trabajo, el primer paso consistió en la identificación de las concepciones que sobre la enfermedad de Chagas tienen los estudiantes de escuelas secundarias de la zona. De acuerdo con los resultados, la población escolar incluida posee un conocimiento heterogéneo y se pudieron identificar ciertas falencias importantes en cuanto a la información referida al tema. Sin embargo, se destaca la buena disposición para participar en el programa de vigilancia y control planteado. Por esto, se hace necesaria una previa capacitación de la comunidad estudiantil que parta de los resultados del presente estudio, apuntando al fortalecimiento del papel multiplicador de los jóvenes y a la replicabilidad de la experiencia en otros escenarios.

Palabras clave: enfermedad de Chagas; estudiantes; participación comunitaria; Colombia.

COM VISTA AO DESENVOLVIMENTO DE UMA CULTURA CIENTÍFICA LOCAL A FIM DE ENFRENTAR A PROBLEMÁTICA DA DOENÇA DE CHAGAS. RESULTADOS PRELIMINARES DE UMA EXPERIÊNCIA COM JOVENS DA REGIÃO COLOMBIANA DO CARIBE

SÍNTESE: A Doença de Chagas é um dos problemas de saúde pública mais importantes da América Latina. Sua relação com fatores sociais como a pobreza, a intervenção antrópica, a migração e a escassa educação sobre o tema em zonas endêmicas, tornaram-na um problema com poucas esperanças de solução definitiva em curto e médio prazo. Assim, para avançar em busca de respostas efetivas, faz-se necessário propor abordagens que envolvam os fatores sociais correlacionados com a transmissão da doença. Neste contexto, as condições em que se dá a transmissão da Doença de Chagas na zona rural do município de Mompós (Caribe colombiano) tornam este zona um lugar ideal para aplicar um novo modelo de participação comunitária que aponte para o desenvolvimento de uma cultura científica local a fim de enfrentar o problema. No entanto, a colocação em funcionamento deste tipo de iniciativas deve estar combinada com a comunidade e, ao mesmo tempo, partir da percepção que os destinatários têm sobre o tema. Na elaboração do presente trabalho, o primeiro passo consistiu na identificação das concepções que os estudantes de ensino médio da zona têm sobre a Doença de Chagas. De acordo com os resultados, a população escolar da região possui um conhecimento heterogêneo e foi possível identificar certos desequilíbrios importantes quanto à informação sobre o tema. Entretanto, chama a atenção a boa disposição por parte dos alunos para participar no programa de vigilância e controle que foi proposto. Por isto, faz-se necessária uma prévia capacitação da comunidade estudiantil que parta dos resultados do presente estudo, apontando o fortalecimento do papel multiplicador dos jovens e a replicabilidade da experiência em outros cenários.

Palavras-chave: Doença de Chagas; estudantes; participação comunitária; Colômbia.

TOWARDS THE DEVELOPMENT OF A LOCAL SCIENTIFIC CULTURE TO DEAL WITH THE PROBLEMS OF CHAGAS' DISEASE. PRELIMINARY FINDINGS OF AN EXPERIENCE WITH YOUNG PEOPLE OF THE CARIBBEAN REGION OF COLOMBIA

ABSTRACT: Chagas' disease is one of the public health most important problems in Latin America. Its relationship with social factors such as poverty, anthropogenic intervention, migration and lack of education on the subject in endemic areas, has become a problem with little hope on a definitive solution in a short or medium term. Thus, to advance in the search for effective responses it is necessary an approaching plan that involves the social factors correlated with the transmission of the disease. In this context, the conditions which gives the transmission of Chagas' Disease in the rural area of the municipality of Mompos (Colombian Caribbean), make this area an ideal place to engage a new model of community participation that aims the development of a scientific local culture to address the problem. However, the implementation of this kind of initiatives must be concerted with the community and from the perception that they have on the topic addressed.

In the preparation of the present work, the first step consisted in the identification of the conceptions that on Chagas' disease have the secondary school students in the area. In accordance with the results, the school population included possesses a heterogeneous knowledge and was able to identify certain important deficiencies in regard to the information referred to the topic. However, it emphasizes the willingness to participate in the surveillance and control program raised. This is why, it is necessary a previous training of the student community that will emanate from the results of the present study, pointing to the strengthening of the multiplier effect of the young and the replicability of the experience in other sceneries.

Keywords: Chagas' disease; students; community participation; Colombia

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas es la parasitosis más importante en términos de salud pública del continente americano por su alto grado de morbilidad y mortalidad (OMS, 2007). A comienzos de la década de 1980, se estimaba que cerca de 18 millones de personas se encontraban infectadas con el *Trypanosoma cruzi* (el agente causal) y 100 millones más cohabitaban con triatomos (como se denomina a los insectos vectores del parásito) (OMS, 1991). Sin embargo, gracias a una inusual unión transnacional que terminó en la implementación de una iniciativa regional (Iniciativa del Cono Sur o INCOSUR), basada en el control químico de las poblaciones domésticas del principal insecto vector (*Triatoma infestans*) y la evaluación de unidades de sangre para transfusión, se logró reducir la prevalencia a alrededor de 10 millones de personas (OMS, 2007; GUHL, PINTO y AGUILERA, 2009).

Siguiendo el lineamiento marcado por la estrategia de campañas del Cono Sur, fueron creadas tres iniciativas en diferentes regiones del continente. Colombia ingresó a la Iniciativa Andina (ACI) donde se priorizó el control de las poblaciones domésticas de sus principales vectores (*Rhodnius prolixus* y *Triatoma dimidiata*) mediante la creación de un programa nacional (GUHL, 2007). Sin embargo, la falta de continuidad del programa como consecuencia de la descentralización de las políticas de salud, la aparición de focos de infección en sitios donde los vectores principales no se distribuyen y el mantenimiento de la transmisión en zonas intervenidas con insecticidas han demostrado la necesidad de reestructurar esta estrategia para conseguir resultados más efectivos. En este sentido, la consolidación de los logros solo se alcanzará cuando se incluya de manera activa a las comunidades en riesgo para garantizar la contextualización y sostenibilidad de las acciones de prevención y control (SANMARTINO, 2006; BRICEÑO-LEÓN, 1998), de acuerdo con el hecho de que la sola aplicación de insecticidas no es en sí misma una acción de salud efectiva si no va acompañada de respuestas estructurales adecuadas a la realidad local (SANMARTINO, 2006, 2009; BRICEÑO-LEÓN y MÉNDEZ GALVÁN, 2007; SANMARTINO y CROCCO, 2000).

122

La participación comunitaria adquiere una importancia cada vez mayor para el caso de endemias como el Chagas, pues se trata de fenómenos colectivos que afectan a gran parte de la población (BRICEÑO-LEÓN, 1998). No obstante, la pobre participación social que genera la historia natural de la enfermedad y la ausencia de un componente educativo sostenido que acompañe las intervenciones, han dificultado la creación y el mantenimiento de estos programas (MARREIRO y OTROS, 2009; DIAS, 1986). Sumado a lo anterior, el abordaje mayoritariamente médico-biológico con que se ha tratado en general el tema deja por fuera la consideración del contexto donde el Chagas existe y no toma en cuenta que, en realidad, nos encontramos frente a un problema complejo y profundamente social que supera en mucho los límites de lo biomédico (SANMARTINO, 2006, 2009; BRICEÑO-LEÓN y MÉNDEZ GALVÁN, 2007).

De acuerdo con lo anterior, es necesario desarrollar aproximaciones de investigación, prevención y control que incluyan de manera activa a la población en riesgo, teniendo presentes sus percepciones y conocimientos en torno a la enfermedad y sus vectores, para la disminución de la distancia existente entre la información generada desde los sectores académicos y la promoción de la salud de las comunidades (MARREIRO y OTROS, 2009; SANMARTINO, 2006). Una alternativa, referida ya por otros autores, consiste en apuntar al papel de los escolares como divulgadores y multiplicadores de la información necesaria para prevenir la transmisión de esta enfermedad, tanto en zonas de alta endemicidad como en lugares con baja densidad de insectos vectores y transmisión extradoméstica (MARREIRO y OTROS, 2009;

CROCCO y OTROS, 2005; SANMARTINO y CROCCO, 2000). En regiones como el municipio de Mompós, departamento de Bolívar (región Caribe colombiana), con transmisión reciente en la zona rural mediada por vectores peridomésticos y silvestres, este tipo de programas podrían ser de gran utilidad en el control y la prevención de la transmisión (CANTILLO-BARRAZA, 2009). Sin embargo, estas acciones deben tener como punto de partida las concepciones de los «destinatarios» (SANMARTINO, 2006), las que corresponden a los saberes adquiridos en la vida social, en la lucha por la supervivencia, en el contexto cultural y en la transformación de la realidad de cada persona (GIORDAN, 2003; VASCONCELOS, 1998). Bajo tal premisa, este trabajo tiene como objetivo identificar las concepciones (conocimientos, creencias y prácticas) de la población escolar de cuatro corregimientos rurales del municipio de Mompós, como paso previo a la implementación de un programa de prevención de la transmisión de la enfermedad de Chagas, que procure fomentar en la población el desarrollo de una cultura científica local que permita afrontar esta problemática. Se apunta, en particular, a generar una dinámica que estimule a las personas a involucrarse activamente en las acciones de protección de la salud en beneficio de toda la comunidad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

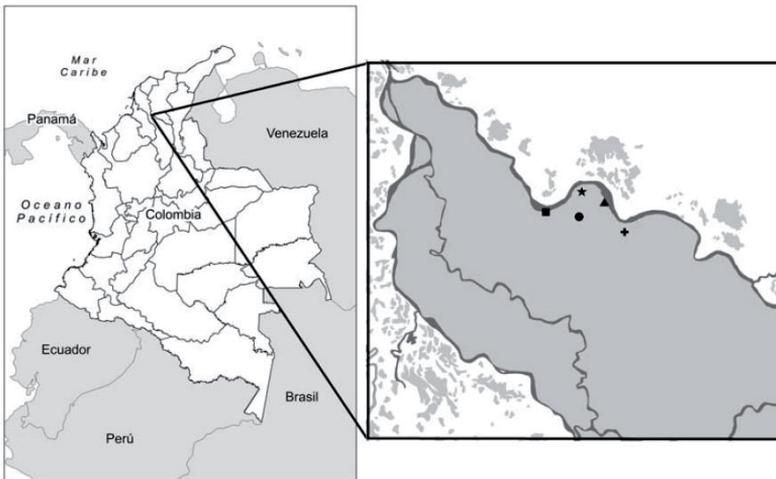
2.1 ÁREA DE ESTUDIO

Mompós es un municipio ubicado en la isla Margarita, departamento de Bolívar, región Caribe colombiana. Localizada sobre el río Magdalena, el más importante de Colombia, la isla Margarita se encuentra a unos 170 kilómetros al sur de Cartagena de Indias, capital del departamento, en la región de la depresión momposina, a 30 metros sobre el nivel del mar (IGAC, 1986). El estudio se realizó en el mes de enero de 2010, en cuatro corregimientos de Mompós: La Rinconada, Tierra firme, Guataca y La Loma de Simón (gráfico 1). En ellos reside el 60% de los habitantes de la zona rural del municipio y presentan características ecoepidemiológicas similares y un NBI (índice de necesidades básicas insatisfechas) del 74,2% (DANE, 2005). La Rinconada y Tierra firme son las poblaciones más grandes, conformadas por 354 y 310 viviendas, respectivamente. Presentan intrusiones frecuentes de triatominos infectados con *T. cruzi* y transmisión reciente del parásito, de acuerdo con estudios serológicos realizados entre 2008 y 2009 (CANTILLO-BARRAZA, 2009). Guataca y La Loma de Simón poseen un menor tamaño, con 227 y 229 viviendas, respectivamente. Para estas poblaciones no existe una estimación de la seroprevalencia ni registros de presencia de triatominos en viviendas. Sin embargo, para Guataca se cuenta con reportes de insectos silvestres infectados con *T. cruzi* (CANTILLO-BARRAZA, 2009).

2.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Cada corregimiento posee una escuela secundaria rural, con énfasis en agricultura, que aglutina a la población infantil y adolescente de la zona. En este estudio se trabajó con los estudiantes de ambos sexos de los grados 9.º y 10.º de las instituciones secundarias de las cuatro poblaciones, los cuales serían capacitados como promotores de salud para la prevención de la enfermedad de Chagas durante los años 2010 y 2011. La edad de los jóvenes incluidos en la experiencia osciló entre los 13 y 19 años. De acuerdo con la legislación nacional, este estudio representa un riesgo mínimo para la comunidad y sus protocolos fueron aprobados por el comité de bioética de la sede de investigación universitaria CBEIH-SIU Universidad de Antioquia con número de oficio 6030-971 del 29 de mayo de 2008.

Gráfico 1
Mapa Isla de Mompós



124

REFERENCIAS: ▲ Mompós, ★ Tierrafirme, ● La Loma de Simón, + Guataca, ■ La Rinconada
Fuente: elaboración propia.

2.3 CUESTIONARIO

Para la determinación del nivel medio de conocimiento (NMC) sobre Chagas de la población escolar, se realizó una adaptación de la lista de nociones elementales elaborada por Sanmartino y Crocco (2000). El nivel óptimo de conocimientos (NOC) definido por las autoras está representado por 25 «conocimientos actualizados» referidos a la enfermedad de Chagas. Para este estudio, la lista de nociones fue adecuada al contexto local,

simplificada y reducida a 13 puntos. Además, fueron incluidos dos ítems más sobre actitudes en torno a los vectores y la enfermedad. A partir de esta nueva lista, se elaboró una batería de preguntas adaptadas al habla local (cuadro 1). Según encuestas realizadas en una muestra significativa de la misma población dos años atrás, el nombre más común con el que se conocen los triatominos es *mamador* (CANTILLO-BARRAZA, 2009), razón por la que se lo utilizó para hacer referencia a estos insectos

Cuadro 1
Cuestionario aplicado a la población escolar participante del estudio

Di cuál de estos insectos es el llamado mamador.
Di cuáles de estos insectos son mamadores jóvenes (ninfas*).
¿Cuál de estos tres tipos (especies) de mamadores has visto en tu casa?
¿Cómo sabes si hay mamadores en tu casa?
¿Cuál es (son) el (los) lugar(es) dentro de la casa en el que has visto los mamadores?
¿En qué parte de los patios has visto mamadores?
¿En qué lugar de los dormitorios has visto mamadores?
¿De qué se alimentan los mamadores?
¿En qué momento pican los mamadores?
¿Cuál o cuáles son las vías de contagio del Chagas? <ul style="list-style-type: none"> • Por la comida. • Picadura de los mamadores. • Transfusión de sangre. • Madre embarazada infectada por el parásito que causa la enfermedad. • Cuando el mamador deposita las heces en la piel. • Todas las anteriores. • Ninguna de las anteriores
¿Los mamadores muertos pueden transmitir el Chagas?
¿Quién tiene la culpa de que la gente se enferme con el Chagas?
¿Qué haces si un mamador te pica?

* Estadios juveniles de los triatominos.

Fuente: elaboración propia basada en Sanmartino y Crocco, 2000.

Para evaluar si los estudiantes conocían el vector, se les presentó un montaje entomológico e imágenes en tamaño real de tres triatominos (adultos y ninfas) presentes en la zona (*Triatoma maculata*, *Rhodnius pallescens* y *Eratyrus cuspidatus*); además –como distractores– se incluyeron un hemíptero depredador y un fitófago. Para la evaluación de los demás ítems, las preguntas se dividieron en bloques: el primero concerniente a factores de riesgo del domicilio y peridomicilio (definido en este estudio como el patio de la vivienda o la parte trasera de la vivienda con límites precisos); el segundo referido a las formas de transmisión de la enfermedad de Chagas, y el último sobre actitudes de los estudiantes frente a la presencia de vectores en su casa, sobre las acciones frente a la picadura y la percepción de la responsabilidad individual o colectiva en la transmisión de la enfermedad y en el control de los triatominos.

2.4 RECOLECCIÓN DE DATOS, EVALUACIÓN DE CUESTIONARIOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con el objetivo de obtener información precisa por parte de la población juvenil participante del proyecto, se diseñó un instrumento para la recolección de la información que fuese práctico, sencillo y de fácil comprensión. De acuerdo a estas premisas, se implementó un «mapa mental», entendido como una representación gráfica que permite obtener información a través de dibujos, recomendado por algunos autores para el trabajo con comunidades de diferentes condiciones socioeconómicas, culturales, o con dificultades de lectoescritura (CASTAÑO-GIRALDO y FONSECA-DÍAZ, 2009). Se procedió a formular preguntas precisas a los escolares con el fin de plasmar –a través de la realización de dibujos o escogimiento de íconos– la respuesta que ellos tenían, sin insinuar en ningún momento si la misma era correcta o no. La recolección de esta información se realizó de manera participativa e interactiva, involucrando a todos los estudiantes con actividades lúdicas diseñadas por el sociólogo miembro del equipo de investigación, quien además coordinaba la sesión. Cada estudiante elaboró su mapa de forma colaborativa y participativa, dando las respuestas clave para la evaluación de los conocimientos circulantes respecto de la enfermedad, los vectores, los factores de riesgo y las percepciones generales sobre el tema. Con esta metodología se evitó inhibir las respuestas espontáneas, dejando en claro que esta actividad no equivalía a una evaluación a la cual se le asignaría una nota académica.

126

La información suministrada por los estudiantes fue tabulada y analizada mediante estadística descriptiva con ayuda del programa Epi Info versión 6.4. Las diferencias entre las proporciones de las respuestas de los estudiantes de las diferentes escuelas fueron analizadas con la prueba *chi-cuadrado* y la prueba de *Odds ratio* con intervalo de confianza del 95% (DA SILVA y OTROS, 2004).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total, fueron encuestados 179 estudiantes (99 mujeres y 80 varones). El número de jóvenes incluido en el estudio por población fue de 41 de La Rinconada, 40 de Guataca, 78 de Tierrafirme y 20 de La Loma de Simón. En esta última población, solo se trabajó con alumnos de 9.º año, por ser este el último grado académico que existe en la escuela del corregimiento.

El 20,1% de los estudiantes identificó correctamente a los vectores adultos frente a otros insectos similares. Sin embargo, la proporción de estudiantes de la institución educativa de La Rinconada que reconoció los

mamadores (66%) fue significativamente mayor que en las otras tres escuelas ($p < 0,05$), en las cuales se encontró un escaso nivel de reconocimiento de los vectores: 10% para Guaca, 8% para Tierra firme y 0% para La Loma de Simón; y entre estas últimas tres no se presentaron diferencias significativas.

Con respecto al reconocimiento de ninfas, solo el 16,2% de los estudiantes de las cuatro instituciones las identificó correctamente. Al comparar los resultados entre las cuatro escuelas, los estudiantes de La Rinconada (34%) y Guataca (14%) identifican mejor las ninfas que los estudiantes de Tierra firme (1,3%) y La Loma de Simón (0%), con $p < 0,05$.

Las comparaciones del resto de las preguntas no arrojaron diferencias significativas entre los establecimientos educativos, razón por la que se procedió a tratarlas en su totalidad como un solo corpus de datos. Algunos de estos resultados están resumidos en el cuadro 2 y otros son desarrollados en los párrafos siguientes.

Cuadro 2
Resumen de las respuestas de los estudiantes encuestados
sobre generalidades del Chagas (Mompós, 2010)

Respuestas de los escolares	N.º	%
¿Cómo sabes si hay mamadores en tu casa?		
No saben	108	60,3
Avistamiento de los mamadores en horas nocturnas	37	20,6
Picaduras en el cuerpo	23	12,8
Partes de insectos en la casa	11	6,3
¿Cuál es (son) el (los) lugar(es) dentro de la casa en el que has visto los mamadores?		
Dormitorio	139	78
Cocina	40	22
¿En qué lugar de los dormitorios has visto mamadores?		
Camas	61	34,1
Muros	31	17,3
Techos	23	12,8
Acumulo de ropa	18	10,0
No saben	46	25,8
¿En qué parte de los patios has visto mamadores?		
Corrales de animales domésticos	158	88,2
Árboles y palmeras en el patio	21	11,8
¿Cuál o cuáles son las vías del contagio del Chagas?		
Heces de los vectores	4	2,2
Picadura de los vectores	49	27,3
Transfusión de sangre	57	32,0
Connatal (madre a hijo)	50	27,9
Oral	4	2,2
Ninguna de las anteriores	15	8,4

Como ya se dijo, en el presente estudio se trabajó con escolares de la zona rural del municipio de Mompós, donde se han registrado en los últimos años tanto la presencia de triatomínicos como algunos casos de infección en niños (CANTILLO-BARRAZA, 2009). A partir de ambas consideraciones, cobran particular relevancia los resultados de esta experiencia, dado que se pudo observar que son pocos los estudiantes que conocen los vectores del *T. cruzi* presentes en su población, dato similar a lo reportado en lugares endémicos de la enfermedad (CABRERA y OTROS, 2003; SANMARTINO y CROCCO, 2000). Sin embargo, la zona de estudio no presenta una homogeneidad en torno a este aspecto en particular, ya que la proporción de estudiantes de La Rinconada que identifica correctamente al vector es diferente al resto de las comunidades y muy cercana a las proporciones encontradas en sitios de Brasil con programas sostenidos de control de triatomínicos por más de 50 años (MARREIRO y OTROS, 2009). De acuerdo a lo anterior, los estudiantes de La Rinconada presentan ventajas frente a los de las otras poblaciones, lo que les permitiría incorporarse más fácilmente a los programas de vigilancia de vectores con el fin de aportar a la interrupción de la transmisión que se viene presentando en la zona. La situación de desconocimiento de los vectores (o su confusión con depredadores y fitófagos) por parte de los estudiantes de Tierra firme, Guataca y La Loma de Simón, concuerda con los hallazgos de trabajos realizados en zonas de conocimiento limitado de Argentina (SANMARTINO y CROCCO, 2000). No obstante, es menor que lo reportado en estudios con poblaciones escolares del Perú (MARREIRO y OTROS, 2009) y en zonas con vectores no domiciliados en Brasil, que al igual que la zona de estudio nunca habían sido intervenidas por no presentar registros de infestación o de intrusión de triatomínicos (DA SILVA y OTROS, 2004). Sin embargo, a diferencia de las poblaciones rurales de Mompós, las poblaciones evaluadas del estado de San Pablo estaban conformadas por poblaciones foráneas recién establecidas en la zona evaluada, con conocimiento de las estrategias de control desarrolladas en las zonas donde antes habitaban (DA SILVA y OTROS, 2004).

Por otro lado, el reconocimiento de las ninfas es un factor tan importante como el reconocimiento de los individuos adultos, dado que en todos los estadios son responsables de la transmisión vectorial del *T. cruzi*. Sin embargo, solo el 16,2% de los estudiantes reconoce los ejemplares juveniles de los triatomínicos, lo cual constituye un dato fundamental a tener en cuenta para el adecuado establecimiento de sistemas de vigilancia. Si bien en la zona no existe domiciliación vectorial, son comunes los eventos de colonización de vectores durante las diferentes épocas del año.

Si bien en la zona no se ha evidenciado la domiciliación de los vectores, el conocimiento de indicios que den cuenta de la colonización

establecida de *T. maculata* o de su proceso debe ser promovido para su inserción en los programas de vigilancia. En este sentido, cabe resaltar que más de la mitad de los estudiantes de la zona no sabe identificar rastros de la presencia de *T. maculata* en sus casas (deyecciones en las paredes, huevos y mudas), lo cual es un dato importante a tener en cuenta en la capacitación de los jóvenes como promotores. Adicionalmente, se observa que los hábitos como la infestación de los ambientes de la vivienda y peridomicilio, o el reconocimiento de refugios del vector, son bien conocidos por los estudiantes encuestados (cuadro 2). Estos resultados son similares a los reportados por Ávila y colaboradores (1998) en zonas endémicas no intervenidas de Honduras, con presencia de *T. dimidiata* no domiciliados. Esto podría sugerir que en regiones con especies no domiciliadas que realizan incursiones a los hogares durante su proceso de colonización, es frecuente que los habitantes conozcan los refugios que estos utilizan mientras este proceso se adelanta, lo que constituye un punto favorable en el momento de desarrollar las estrategias de participación comunitaria.

Otro de los hábitos de los mamadores, como la hematofagia, también es altamente conocido, dado que el 85,4% de los estudiantes manifestó que los triatomíneos se alimentan de sangre de animales o de humanos. Estos valores son un poco inferiores a los registrados para zonas endémicas con y sin intervención en Honduras con presencia de *T. dimidiata* (ÁVILA y OTROS, 1998) y muy superiores a los encontrados en poblaciones escolares del Perú, donde solo el 15,35% de los estudiantes conocía de los hábitos hematófagos de especies altamente antropofílicas (CABRERA y OTROS, 2003). Sin embargo, este conocimiento no estaría estrechamente asociado al papel vectorial de los triatomíneos (aunque el 27% cree que la enfermedad se transmite por picaduras), ya que solo el 2,2% respondió que las heces depositadas después de la alimentación constituyen la ruta de infección. Esta noción puede estar más relacionada a la nocividad que las personas de zonas endémicas atribuyen a la succión de sangre, lo que usualmente se relaciona con una disminución de la vitalidad y energía para afrontar las labores agrícolas cotidianas (ÁVILA y OTROS, 1998). El aceptable conocimiento sobre el hábito hematófago está muy relacionado con el 41,2% de los encuestados que conoce que la alimentación de los mamadores ocurre cuando sus víctimas están durmiendo. Sin embargo, es importante mencionar que el 48% de los estudiantes manifiesta que la alimentación de los insectos ocurre mientras las personas se alimentan o ven televisión, lo cual puede estar vinculado con el hecho de que en la zona tropical la alimentación de zancudos sucede en las horas de la tarde y noche, precisamente cuando las personas realizan esas actividades.

Para los escolares de la zona rural de Mompós, las vías de transmisión del Chagas más comunes son la transfusional (33%) y la connatal

(27,9%), habiendo obtenido porcentajes superiores a los encontrados en docentes (25%), estudiantes (0%) y población adulta (0%) de dos regiones epidemiológicamente diferentes de Argentina (SANMARTINO y CROCCO, 2000), al igual que en zonas endémicas intervenidas y no intervenidas de Honduras (ÁVILA y OTROS, 1998). Estas diferencias quizás obedecen a la forma en la que se realizó esta pregunta, para la cual se brindaron opciones múltiples de respuesta que pudieron direccionar los resultados hacia vías de contagio de otras enfermedades como el VIH o la hepatitis B, ambas muy promocionadas por los medios de comunicación en la zona. Asimismo, el 64,2% de los jóvenes encuestados no considera que los mamadores muertos tengan alguna influencia en la transmisión de la enfermedad de Chagas, resultado similar a lo reportado por Sanmartino y Crocco (2000) en escolares de Argentina (63%). Este punto es de suma importancia ya que se ha comprobado que, en el caso de contener el *T. cruzi*, los triatomos muertos permanecen infectivos al menos por una semana (ASIN y CATALÁ, 1991).

130

Por otra parte, para el 34% de los estudiantes la responsabilidad de que las personas se enfermen es de las mismas personas, debido al deterioro del medio ambiente, lo cual puede obedecer al enfoque ecológico ambiental de todas las instituciones participantes en el estudio. Lo anterior sería un buen soporte para el programa de vigilancia que se pretende diseñar, ya que los miembros de la comunidad podrían contribuir más fácilmente en la solución del problema por sentirse, en algún punto, responsables del mismo. Sumado a lo anterior, el 20,4% considera que la presencia de triatomos y, por ende la transmisión de la enfermedad de Chagas, es responsabilidad del alcalde o las autoridades locales, dada la ausencia de programas de fumigación. La identificación de la autoridad más próxima como responsable del problema facilita la inclusión de veedurías en el programa de vigilancia para exigir el cumplimiento de las políticas de control vectorial, en el caso de ser necesarias.

Finalmente, ante la posible picadura del vector, se observa que un alto porcentaje (58,3%) realiza medidas inadecuadas como rascarse o no hacer nada, o directamente afirma no saber qué hacer. En menor proporción (22%), los estudiantes de la zona dicen que acudirían al médico. El porcentaje de estudiantes que toma medidas adecuadas resulta inferior a las reportadas por jóvenes de zonas endémicas del Perú, donde la búsqueda de información en los puestos de salud y la consulta al médico son actitudes asumidas por más del 95% de los estudiantes ante la posibilidad de la picadura (CABRERA y OTROS, 2003).

4. CONSIDERACIONES FINALES

De manera general, los resultados del presente estudio muestran que el conocimiento acerca de la transmisión de la enfermedad de Chagas, así como de sus factores de riesgo y sus consecuencias, es limitado en la zona donde se llevó adelante el trabajo. Sin embargo, es necesario destacar que las nociones que posee la comunidad sobre este tema son producto de la tradición oral, ya que en la zona, hasta el momento, no se han realizado programas educativos en torno a esta problemática. Estas concepciones identificadas en la comunidad han servido para el diseño y ejecución de un programa de vigilancia y promoción de la salud con participación comunitaria (actualmente en curso), a través de las escuelas de cada corregimiento. Así, a partir de este estudio se está llevando a cabo en lo concreto el complemento base que necesitan los programas descentralizados de salud en el Caribe colombiano, y se apunta a que el mismo sea considerado a modo de prueba piloto a ser replicada en otras regiones del país y también en otros países de América Latina.

El diseño e implementación de proyectos que involucren a las comunidades, de manera activa y respetando sus pautas socioculturales (SANMARTINO, 2006), se convierte en una vía para optimizar los logros obtenidos con las medidas tradicionales de control y subsanar ciertos problemas de efectividad de los programas generados por los gobiernos nacionales o locales. Por otra parte, las concepciones sobre el tema se convierten en herramientas indispensables para la democratización del conocimiento científico referido al Chagas (SANMARTINO, 2009), resultando su indagación el paso previo necesario para pensar y llevar a la práctica cualquier proyecto educativo o de divulgación. Se trata de hacer frente a esta problemática a partir de las concepciones de los actores, rescatando los saberes locales, para que las medidas de prevención y control a implementar tengan un sustento sólido y, lo que es más importante, destinatarios reales (SANMARTINO, 2006). En este contexto, la participación de los escolares en la vigilancia entomológica, previa indagación de sus prácticas y conocimientos referidos al tema para adecuar la capacitación específica, es una alternativa altamente recomendable que favorecerá el desarrollo sostenido de acciones de prevención contextualizadas, apuntando a la apropiación de las mismas por parte de las comunidades afectadas.

Como corolario de la experiencia aquí presentada, resta rescatar la importancia de fomentar el desarrollo de una cultura científica local, adecuada a problemáticas concretas, acorde a los escenarios particulares y que no necesariamente esté orientada a promover los últimos adelantos científicos y tecnológicos, sino a fortalecer las capacidades de los jóvenes para tomar una actitud crítica y activa frente a su realidad cotidiana.

BIBLIOGRAFÍA

- ASIN, Sonia y CATALÁ, Silvia (1991). «Are Dead *Triatoma infestans* a Competent Vector of *Trypanosoma cruzi*?» *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 86, n.º 3, pp. 301-305.
- ÁVILA, Gustavo y OTROS (1998). «La enfermedad de Chagas en la zona central de Honduras: conocimientos, creencias y prácticas». *Revista Panamericana de Salud Pública*, vol. 3, n.º 3, pp. 158-63.
- BRICEÑO-LEÓN, Roberto (1998). «A cultura da enfermidade como fator de proteção e de risco», en R. PEIXOTO VERAS y OTROS (orgs.). *Epidemiologia: contextos e pluralidade*, pp.121-131. Río de Janeiro: Fiocruz/ABRASCO. (Serie Epidemiológica 4).
- y MÉNDEZ GALVÁN, Jorge (2007). «The Social Determinants of Chagas Disease and the Transformation of Chagas Disease and the Transformation of Latin America». *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 102, supl. 1, pp. 109-112.
- CABRERA, Rufino y OTROS (2003). «Conocimientos, actitudes y prácticas sobre la enfermedad de Chagas en población escolar de una zona endémica del Perú». *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 19, n.º 1, pp. 147-54.
- CANTILLO-BARRAZA, Omar (2009). «Ecoepidemiología de la enfermedad de Chagas en la Isla de Mompós (Isla Margarita) Colombia». Tesis de Maestría. Medellín: Instituto de Biología, Universidad de Antioquia.
- CASTAÑO-GIRALDO, Etna y FONSECA-DÍAZ, Andrés (2009). «Cartografías contemporáneas de la investigación». *Educación y Educadores*, vol. 12, n.º 1, pp. 30-42.
- CROCCO, Liliana y OTROS (2005). «Enfermedad de Chagas en Argentina: herramientas para que los escolares vigilen y determinen la presencia de factores de riesgo en sus viviendas». *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 21, n.º 2, pp. 646-51.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE) (2005). «Resultados preliminares. Censo general Colombia 2005, resultados población conciliada a 30 de junio de 2005». Disponible en: www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/134687T000.PDF [consulta agosto de 2011].
- DIAS, João (1986). «Participação comunitária nos programas de saúde». *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*, vol. 38, n.º 1, pp. 103-10.
- GIORDAN, André (2003). «Las concepciones del educando como trampolín para el aprendizaje. El modelo alostérico». *Revista Novedades Educativas*, n.º 154, pp. 6-19.
- GUHL, Felipe (2007). «Chagas Disease in Andean Countries». *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 102, supl. 1, pp. 29-37.
- ; PINTO, Nestor y AGUILERA, Germán (2009). «Sylvatic triatominae: A New Challenge in Vector Control Transmission». *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 104, supl. 1, pp. 71-75.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC) (1986). «Estudio general de suelos de los municipios de Caimito, La Unión de Sucre, Majagual, San Benito Abad, San Marcos y Sucre». Bogotá: IGAC.
- MARREIRO VILLELA, Marcos y OTROS (2009). «Avaliação de conhecimentos e práticas que adultos e crianças têm acerca da doença de Chagas e seus vetores em região endêmica de Minas Gerais, Brasil». *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 25, n.º 8, pp. 1701-10.

- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) (1991). «Control of Chagas Disease: Report of a WHO Expert Committee». *Technical Report Series* 811, pp. 1-42. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- (2007). «Reporte sobre la enfermedad de Chagas. Grupo de trabajo científico». OMS-TDR/GTC/06, TDR/SWG/09. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2007/TDR_SWG_09_spa.pdf.
- SANMARTINO, Mariana (2006). «Faire face à la maladie de Chagas en partant des conceptions des populations concernées». Tesis doctoral. Facultad de Psicología y Ciencias de la Educación, Universidad de Ginebra. Disponible en: <http://archive-ouverte.unige.ch/vital/access/manager/Repository/unige:381>.
- (2009). «Chagas, educación y perspectiva CTS», en J. C. ARRIVILLAGA, M. EL SOUKI y B. HERRERA (eds.), *Enfoques y temáticas en entomología*. Tema 13, pp. 202-16. Caracas: Sociedad Venezolana de Entomología, Astro Data SA.
- y CROCCO, Liliana (2000). «Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina». *Revista Panamericana de Salud Pública*, vol. 7, n.º 3, pp. 173-177.
- SILVA, Rubens da y OTROS (2004). «Pesquisa sistemática positiva e relação com conhecimento da população de assentamento e reassentamento de ocupação recente em área de *Triatoma sordida* (Hemiptera, Reduviidae) no Estado de São Paulo, Brasil». *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 20, n.º 2, pp. 555-61.
- VASCONCELOS, Eymard (1998). «Educação popular como instrumento de reorientação das estratégias de controle das doenças infecciosas e parasitárias». *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 14, supl. 2, pp. 39-57.

LA DIMENSIÓN SOCIAL DE LA CULTURA CIENTÍFICA UN CASO EJEMPLAR: JUSTUS VON LIEBIG

Myriam García Rodríguez *

SÍNTESIS: El artículo que a continuación se presenta aborda una pequeña parte de la historia de la ciencia que pretende ejemplificar algunos de los aspectos que los estudios sociales de la ciencia pueden poner de manifiesto, como la relevancia de los elementos sociales e institucionales para una mejor comprensión de la complejidad de su nacimiento, desarrollo y mecanismos de funcionamiento.

Sobre la base de esta perspectiva, que defiende un nuevo modo de entender la relación entre ciencia y cultura, se expondrá una conceptualización más amplia de cultura científica que atienda a su dimensión social. Es decir, no solo los individuos pueden aprender a relacionarse con la ciencia y la tecnología a través de los distintos procesos y mecanismos de los que disponen, sino también las sociedades y sus instituciones.

Para la justificación de esta hipótesis se abordará una perspectiva sociológica más amplia que atienda a la ciencia y la tecnología como actividades sociales, cuyo proceso de desarrollo y dinámica se desenvuelven necesariamente en el contexto social, y cuyo ordenamiento interior se comporta como una verdadera subcultura, la científica.

Un caso ejemplar que permite entender la evolución de la ciencia y su constitución en la actividad social que es hoy, es el del químico alemán Justus von Liebig y su aportación al campo de la educación científica.

Palabras clave: ciencia; cultura; cultura científica; educación científica.

A DIMENSÃO SOCIAL DA CULTURA CIENTÍFICA: UM CASO EXEMPLAR: JUSTUS VON LIEBIG

SÍNTESE: O artigo que a seguir se apresenta aborda uma pequena parte da história da ciência que pretende exemplificar alguns dos aspectos que os estudos sociais da ciência podem pôr de manifesto, como a relevância dos elementos sociais e institucionais para uma melhor compreensão da complexidade de seu nascimento, desenvolvimento e mecanismos de funcionamento.

Sobre a base desta perspectiva, que defende um novo modo de entender a relação entre ciência e cultura, será exposta uma conceptualização mais ampla de cultura científica que atenda à sua dimensão social. Isto é, não só os indivíduos podem aprender a relacionar-se com a ciência e a tecnologia através dos diferentes processos e mecanismos dos quais dispõem, senão também as sociedades e suas instituições.

* Departamento de Filosofía, Universidad de Oviedo, España.

Para a justificação desta hipótese, abordaremos uma perspectiva sociológica mais ampla que atenda à ciência e à tecnologia como atividades sociais, cujo processo de desenvolvimento e de dinâmica se desenvolvem necessariamente no contexto social, e cujo ordenamento interior se comporta como uma verdadeira subcultura, a científica.

Um caso exemplar que permite entender a evolução da ciência e sua constituição na atividade social que é hoje, é o do químico alemão Justus von Liebig e sua contribuição no campo da educação científica.

Palavras-chave: ciência; cultura; cultura científica; educação científica.

THE SOCIAL DIMENSION OF SCIENTIFIC CULTURE. AN EXEMPLARY CASE: JUSTUS VON LIEBIG

ABSTRACT: The article below discusses a small part of the history of science that seeks to illustrate some of the aspects that the social studies of science can reveal, such as the relevance of the social and institutional elements for a better understanding of the complexity of its birth, development and operating mechanisms.

On the basis of this perspective, which defends a new way of understanding the relationship between science and culture, a wider scientific culture conceptualization that is responsive to its social dimension will be exposed. That is to say, not only individuals can learn how to interact with science and technology through different processes and mechanisms at their disposal, but also societies and their institutions.

For the justification of this hypothesis, a broader sociological perspective will be addressed to cater science and technology as social activities, whose development process and dynamic unfold necessarily in the social context, behaving like a real subculture, the scientific.

An exemplary case that allows us to understand the evolution of science and its constitution as a social activity in our days is the one made by a German chemist, Justus von Liebig, and his contribution to the field of science education.

Keywords: science; culture; scientific culture; science education.

136

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, en especial a partir de los años noventa, los supuestos conceptuales y metodológicos del modelo de déficit han sido ampliamente criticados, sobre todo en relación con una manera limitada y restringida de entender el concepto de cultura científica, y se ha propuesto una aproximación conceptual más amplia y compleja que supere y corrija las limitaciones de la concepción tradicional (véase, por ejemplo, CÁMARA HURTADO y LÓPEZ CERESO, 2007; LÓPEZ CERESO y CÁMARA HURTADO, 2005). En este sentido, quizá una de las críticas de mayor radicalidad sea aquella que trata de aportar una visión amplificada de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Uno de los intentos más citados en este sentido es el protagonizado por Godin y Gingras (2000) y su propuesta de un modelo multidimensional.

Convencidos de que un grave problema con los estudios de cultura científica es su enfoque exclusivo en el individuo, los autores presentan un modelo multidimensional que integra también lo específicamente social de la cultura científica. Es decir, los individuos no son, por así decirlo, los únicos miembros deficitarios de una sociedad. Las sociedades en su conjunto también pueden ser vistas como más o menos científicamente cultas. Es precisamente en el reconocimiento de este hecho donde reside la novedad del modelo multidimensional: un modelo que propone un cambio de enfoque en la manera de entender los vínculos entre la ciencia, la tecnología y la cultura de una sociedad (GODIN y GINGRAS, 2000).

A partir de esta consideración, distintos trabajos en el ámbito iberoamericano discuten la noción de cultura científica (por ejemplo, ALBORNOZ y OTROS, 2003; VACCAREZZA, POLINO y FAZIO, 2003 o VOGT y POLINO, 2003). De acuerdo con estos autores, la misma

[...] exige una mirada sistémica sobre instituciones, grupos de interés y procesos colectivos estructurados en torno a sistemas de comunicación y difusión social de la ciencia, participación ciudadana o mecanismos de evaluación social de la ciencia (POLINO y OTROS, 2006, p. 56).

En este sentido, la cultura científica tiene una composición de mayor complejidad, entendida como un aspecto más estructural de la sociedad.

En un trabajo más reciente, López Cerezo y Cámara Hurtado (2009) distinguen entre dos concepciones de cultura científica, una restringida y otra en sentido amplio. En la primera, la cultura científica es entendida como una propiedad de individuos, y hace referencia a los cambios cognitivos que sufre el polo receptor en un proceso de transferencia de conocimiento. Por el contrario, en la concepción en sentido amplio la cultura científica es entendida como una propiedad de sociedades, y haría referencia al grado de implantación de la ciencia en la cultura de una sociedad. Así, considerada como un atributo social, la cultura científica hace referencia a los esfuerzos de una sociedad por apropiarse de la ciencia y la tecnología. Hablar de cultura científica en este sentido significaría hablar de los procedimientos, pautas de interacción y capacidades de aquellas instituciones, organizaciones, individuos, grupos y colectivos sociales insertos en un sistema social: se trataría de atender a aspectos como la presencia de la ciencia en el sistema educativo, el porcentaje de espacio que dedican los medios a temas y debates científicos y tecnológicos, la influencia del asesoramiento especializado en la toma de decisiones, etc. La consideración de estos aspectos, su análisis y comprensión, sería mucho más difícil de abordar desde una concepción de cultura científica restringida a su dimensión individual.

Ahora bien, en la medida en que se quiere escapar del modelo de déficit y su hechizo de linealidad, esta dimensión social de la cultura científica no puede ser entendida únicamente como el modo en que la sociedad se apropia de la ciencia y la tecnología, sino también como el modo en que la ciencia y la tecnología se apropian, en tanto que subcultura, de la cultura global de dicha sociedad. Es decir, todo sistema social dispone de mecanismos civiles, políticos, económicos o culturales que inciden en el modo en que se organiza un sistema científico-tecnológico: se trataría de atender a aspectos como la presencia de contenidos meta-científicos en las materias de ciencia, la inversión en actividades de I+D, la orientación social de la investigación, etc. Se propone, entonces, distinguir un sentido más dentro de la dimensión social de la cultura científica propuesta por los autores anteriores: junto a aquel que hace referencia a la incidencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad (es decir, la cultura científica como atributo social propiamente dicho), es necesario incluir aquel que haga referencia a la incidencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología; el modo en que se producen, gestionan y difunden.

138

Resulta necesario, entonces, comenzar con una breve clarificación conceptual acerca de esta nueva manera de concebir la cultura científica, entendida como la incidencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología. Para ello se abordará, en primer lugar, una perspectiva sociológica más amplia que atienda a la ciencia y la tecnología como actividades inherentemente sociales, cuyo proceso de desarrollo y dinámica se desenvuelven en el marco social y cultural al que pertenecen, y cuyo ordenamiento interior se comporta como una verdadera subcultura, la científica. Así, en la medida en que esta cultura científica pertenece y sostiene una actividad social, puede ser vista como inserta en un marco cultural más amplio, y no como una esfera separada y autónoma. Solo desde esta perspectiva es posible comprender la cultura científica como atributo de aquellas instituciones dedicadas a producir, gestionar y difundir el conocimiento científico y tecnológico.

En segundo lugar, una pequeña parte de la historia de la ciencia puede ayudar a ilustrar el papel fundamental de esta dimensión social de la cultura científica: el desarrollo científico de una sociedad va a depender de diversos factores que se mueven en un proceso bidireccional; no solo la existencia de una comunidad científica, sino también la existencia de un marco político favorable a la promoción de la ciencia, escuelas que permitan formar a las nuevas generaciones en el arte o técnica propios de la actividad, y que un número significativo de estas generaciones se sienta atraído por convertirse en profesional de ella, elevando la calidad y contribuyendo al avance de la industria. Quien coadyuvó de manera decisiva a que la sociedad de su tiempo avanzase en tal dirección fue el químico alemán Justus von Liebig, con importantes contribuciones al análisis de compuestos orgánicos,

la creación de un instituto químico-farmacéutico y, de especial interés aquí, la organización de la enseñanza científica basada en el laboratorio (ORDÓÑEZ, NAVARRO y SÁNCHEZ RON, 2004).

2. LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA COMO PROCESOS SOCIALES

Una de las primeras consideraciones que es necesario hacer a la hora de hablar de la ciencia y la tecnología es el hecho de que son en sí mismas actividades sociales (véase, por ejemplo, BERNAL, 1964; MERTON, 1973; WOOLGAR, 1991 o ZIMAN, 1986). La ciencia no es solo el conocimiento por ella creado y que circula en publicaciones o patentes, sino que tiene muy diversas expresiones en la educación, la industria, el trabajo, el sector servicios o la consultoría, entre otros ámbitos. En este sentido, Latour (1991) llama la atención acerca de la existencia de un «nudo gordiano» que implica a la ciencia y la sociedad; un mismo hilo que liga a científicos, políticos, usuarios y empresarios, agrupados todos ellos en una misma historia.

Una perspectiva que permite entender la evolución de la ciencia y su constitución en la actividad social que es hoy, es aquella que atiende a su aparición y desarrollo como la ocupación profesional con las características actuales (BARNES, 1987). Es decir, como una institución especializada que asume el objetivo de respaldar la formación y la investigación sistemática, desarrollar mecanismos de control de calidad y proporcionar canales de comunicación. En tanto institución, la ciencia se presenta como un cuerpo organizado colectivo de personas que se relacionan para desempeñar tareas específicas, que han seguido un proceso de profesionalización y especialización que los diferencia de otros grupos sociales, y que supone no solo la adopción de lenguajes, métodos y técnicas compartidas, sino también la internalización de un *ethos* propio. En este sentido, la ciencia es una cultura, y así debe ser estudiada (NÚÑEZ JOVER, 1999). De este modo, el enfoque de la ciencia como actividad social ofrece el punto de partida para abordar una nueva forma de entender la cultura científica.

2.1 LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA CIENCIA

El siglo XVII, en la medida en que es testigo del inicio de un proceso de diferenciación social de la ciencia como sistema autónomo respecto de la teología o la filosofía, puede ser considerado como un punto de inflexión en la historia de la ciencia y su proyección en la cultura como actividad social: los logros alcanzados en astronomía, mecánica, anatomía, historia natural o química, entre otros campos, supuso una profunda transformación de las

ideas científicas y su impacto en la cultura, con el declive de la astrología y la brujería, y la proliferación de sociedades científicas nacionales (NÚÑEZ JOVER, 1999). Sin embargo, tal y como señala Agazzi (1996), esto no convierte a la ciencia en un sistema cerrado. Más bien, entender el proceso de institucionalización de la ciencia requiere atender no solo a aspectos internos de su actividad, como el uso del método científico o la elaboración de teorías revolucionarias, sino también a sus aspectos sociales.

De hecho, la legitimación de la ciencia moderna implicó mucho más que un debate epistemológico. Dependió, además, de la legitimación socio-cognitiva de sus practicantes, que tuvieron que construir su identidad como «científicos». Es decir, la nueva filosofía experimental debía demostrar que su actividad era útil, que no atentaba contra ninguna tradición o institución establecida y que buscaba el consenso basado en la autoridad incuestionable de los hechos. Ello exige, ante todo, un marco institucional adecuado en el que se establezcan las reglas para participar en la empresa científica e imponga un criterio de demarcación entre lo que se acepta socialmente como ciencia y lo que no. Dicho de otra manera, la nueva comunidad científica que emergía necesitaba de algún tipo de política de diferenciación. Comienza entonces a constituirse como un grupo de individuos educados y cultos, comprometidos desinteresadamente en la investigación. El trabajo en el seno de esta nueva comunidad debía tener, además, un carácter colectivo y público, cuyo espíritu de colaboración requería el acatamiento de un severo criterio de demarcación: aquellos individualistas que no aceptaran las convenciones de la investigación experimental y pretendieran desempeñar su labor en la privacidad del laboratorio debían ser automáticamente excluidos. En resumen, la investigación científica debía concebirse como una tarea pública (ELENA DÍAZ, 1989).

140

En el siglo XVIII, Europa cuenta ya con una amplia red de academias y sociedades científicas que promocionan la actividad científica de diversas formas, principalmente a través de las publicaciones periódicas, que sirven para presentar y difundir los resultados de las investigaciones, y la concesión de premios, que posibilitan reconocimiento social y ayudas económicas para la investigación. Además, el establecimiento de contactos interinstitucionales y proyectos comunes refuerzan esta red de academias y sociedades europeas. La actividad científica comienza a perder su estatus de *amateur* y emigra de los círculos cortesanos y palaciegos del siglo XVII a estas nuevas instituciones que proporcionan a sus practicantes prestigio social y protección política (ORDÓÑEZ, NAVARRO y SÁNCHEZ RON, 2004).

Ahora bien, aunque en el siglo XVIII la ciencia ya ha demostrado su capacidad para comprender la naturaleza y los principios y leyes que la gobiernan, no se ha convertido todavía en una actividad profesional tal como es hoy. Habrá que esperar al siglo XIX para que la práctica de la investigación

científica se convierta en una actividad cada vez más abierta a personas sin medios económicos propios, que habrán de ganarse la vida a través de la ciencia, atrayendo la atención de gobiernos e industrias (ORDÓÑEZ, NAVARRO y SÁNCHEZ RON, 2004). En este sentido, Bernal (1964) señala la Primera Revolución Industrial, a finales del siglo XVIII, y la combinación de ciencia y manufactura como característicos de este periodo de transición, en el que los manufactureros, los científicos y los nuevos ingenieros profesionales comienzan a mezclarse en su trabajo y en su vida social, integrando firmemente a la ciencia en los nuevos mecanismos de producción. Así, el énfasis de la época en la utilidad social de la ciencia es uno de los pilares más importantes en el proceso de institucionalización (ORDÓÑEZ, NAVARRO y SÁNCHEZ RON, 2004). Solo entonces la ciencia deja de ser una actividad de aficionados dominada por la aristocracia, para convertirse en una actividad de la clase media. Una consecuencia de ello será la creación de numerosos puestos de trabajo (NÚÑEZ JOVER, 1999).

De manera paralela a la creación de estos nuevos puestos de trabajo, y como consecuencia de la demanda creciente de técnicos capacitados y competentes, se va organizando toda una infraestructura para la formación sistemática en las diferentes disciplinas. Mientras que las universidades y colegios universitarios mantenían en gran medida su carácter medieval, dedicados básicamente a la enseñanza más que a la investigación, de mayor relevancia aquí son los numerosos centros de enseñanza alternativos, públicos y privados, donde los topógrafos, ingenieros, comerciantes, arquitectos o artistas podían adquirir los conocimientos necesarios sobre matemáticas y otras disciplinas científicas (ORDÓÑEZ, NAVARRO y SÁNCHEZ RON, 2004). Asimismo, se incrementó la eficacia de la investigación, proporcionando mecanismos de control de calidad y renovados recursos técnicos. Como resultado, conforme la enseñanza y la investigación comenzaban a ser apoyadas por los gobiernos, las diferentes disciplinas y especialidades científicas experimentaron también un rápido proceso de crecimiento, que se tradujo en la fundación de asociaciones profesionales y la proliferación de sus publicaciones periódicas (NÚÑEZ JOVER, 1999).

Este proceso tendrá importantes consecuencias, especialmente en lo que se refiere a la organización de la actividad científica. Hasta su profesionalización no había organizaciones encargadas de conducir la investigación, sino que esta era un interés privado individual, que no dependía del puesto de trabajo desempeñado en una determinada estructura organizativa. La investigación era una llamada intelectual, no una ocupación remunerada, y todo aquel que quería cultivar la ciencia se veía obligado a trabajar con sus propios medios y fuera de los cauces universitarios. Eran individuos educados y cultos, interesados en la ciencia, pero no «científicos» (ELENA DÍAZ, 1989). Será en el siglo XIX cuando surjan por primera vez en el seno mismo

del tejido social una profesión y una institución cuya ocupación específica es la creación de nuevos conocimientos, y cuya práctica habitual es la investigación (NÚÑEZ JOVER, 1999).

3. UN CASO EJEMPLAR: JUSTUS VON LIEBIG

Justus von Liebig nace en Darmstadt, Alemania, el 12 de mayo de 1803. Hijo de un distribuidor de suministros y productos químicos, el contacto con sales y pigmentos le permite dedicarse a realizar experimentos químicos desde muy joven. La visita a Darmstadt de un vendedor ambulante marcará significativamente su trayectoria intelectual porque, entre otras cosas, el mercader vendía cohetes elaborados a base de fulminatos. Tras ver que eran preparados a partir de materiales tan fácilmente reconocibles como el mercurio, el ácido nítrico y el alcohol, Liebig comienza a experimentar por su cuenta. Cansados de las continuas explosiones, tanto en la escuela como en la habitación de su casa, en un esfuerzo por canalizar su actividad en una dirección más productiva, sus padres deciden enviarle a Heppenheim como aprendiz de boticario. A los diez meses ya dominaba la profesión y al advertir la gran diferencia entre la práctica farmacéutica y el enfoque científico de la química, continuó estudiando fulminatos en su tiempo libre (KAFKA, 2004; PARTINGTON, 1945). A su regreso de Heppenheim, a través de la mediación de su padre, entra en 1820 a la Universidad de Bonn donde estudia con Karl Wilhelm Kastner. Cuando a este último le asignan la cátedra de Física y Química en la Universidad de Erlangen, Von Liebig lo sigue para aprender a analizar ciertos minerales, aunque pronto descubre, para su decepción, que Kastner no sabía cómo hacer dicho análisis. Aunque descontento con la educación formal disponible en la época, pues el enfoque que la química alemana tenía en ese momento era más filosófico que experimental, obtiene en 1822, a los 19 años, el doctorado en la Universidad de Erlangen (SCHIERZ, 1931). Ese mismo año, por medio de una beca de Luis I, Gran Duque de Hesse-Darmstadt, comienza a estudiar en París, y con la ayuda de Louis-Jacques Thénard es admitido en el laboratorio privado de Gaultier de Claubry, profesor de Química en la Escuela de Farmacia y, poco después, por influencia de Alexander von Humboldt, a la de Gay-Lussac, donde concluye su trabajo en fulminatos. El 22 de marzo de 1824 presenta los resultados de su trabajo en la Academia Francesa de Ciencias. En ese momento, con el patrocinio de Humboldt, decide convertirse en maestro de Química, y el 24 de mayo de ese mismo año es nombrado profesor ayudante de la Universidad de Giessen, Alemania. En 1825, con 22 años, sucede en la cátedra de Química a Wilhelm Ludwig Zimmermann (BRAND, 1941; TWIGG y TWIGG, 1973). Es ahora cuando Liebig comienza su carrera docente, convirtiéndose quizás en

el mejor profesor de Química de todos los tiempos. Con él, el laboratorio de Giessen se convirtió en uno de los centros más importantes de enseñanza de la química.

Las condiciones que confluyeron en su éxito, no solo de índole intelectual sino también institucional, técnica, psicológica y financiera, ilustran el modo en que la ciencia, lejos de constituirse como esfera separada y autónoma, interactúa necesariamente dentro del sistema total de actividades sociales. En primer lugar, Liebig tenía un programa de investigación (el análisis de los compuestos orgánicos) y otro docente (la enseñanza práctica del análisis cualitativo y cuantitativo). La combinación de estos dos hechos, el desarrollo de métodos de análisis más precisos y seguros, y la organización de la enseñanza en torno al laboratorio, convirtieron a la Alemania del siglo XIX en una potencia mundial, tanto en el mundo académico como en el industrial.

3.1 LA FORMACIÓN DEL INSTITUTO

Von Liebig establece, en compañía de dos colegas, el profesor de Mineralogía Friedrich Werneking y el de Matemáticas Hermann Umpfenbach, un instituto químico-farmacéutico. Este hecho va a propiciar el cumplimiento de una de las condiciones necesarias para el éxito en la enseñanza de la química: la existencia de un número suficiente de alumnos.

En aquel momento solo había dos instituciones de ese tipo en Alemania, y el número de estudiantes que solicitaba matricularse en ellas era tan elevado que muchos quedaban fuera. Liebig, que aspiraba a alcanzar fama y fortuna, estaba convencido de que tenía unos conocimientos y unas técnicas que impartir, cuyo estudio podía ser sumamente útil para el desarrollo de la farmacia y de la medicina. Ambos estímulos, buscar un suplemento a sus salarios además de contribuir a la formación de profesionales relacionados con la química, llevaron a estos profesores a crear su propio instituto farmacéutico privado, independiente de su actividad docente estatal en la universidad. Sin embargo, cuando Liebig y sus asociados pidieron a las autoridades universitarias que su instituto pasase a formar parte de la universidad, la solicitud fue rechazada argumentando que la función de una universidad era educar a futuros funcionarios y no a farmacéuticos, cerveceros o fabricantes de jabón. A pesar de todo, se les permitió establecer el instituto como actividad privada (SÁNCHEZ RON, 2007).

Durante los primeros años en que el instituto tuvo un éxito moderado, recibió una media de quince estudiantes al año, de los cuales entre el 70% y el 90% estaba interesado en la farmacia, y el resto en la química. Un punto crucial en la historia del instituto tendrá lugar en 1831, cuando Liebig

desarrolla un aparato para analizar compuestos orgánicos lo suficientemente sencillo como para que pudiera ser utilizado de manera sistemática por sus estudiantes a fin de resolver nuevos problemas; esto es, para investigar. A partir de 1835, y en las dos décadas siguientes, el número de alumnos que estudiaba Química superó al de los estudiantes de Farmacia, y en 1852, cuando Liebig abandonó Giessen para trasladarse a la Universidad de Munich, habían pasado por sus aulas más de 700 estudiantes de Química y Farmacia (FRUTON, 1990).

3.2 DESARROLLO DEL APARATO: EL KALIAPPARAT

Muchos compuestos orgánicos están formados únicamente por carbono, hidrógeno y oxígeno, de manera que una vez medidos el carbono y el hidrógeno, y dando por supuesta la presencia de oxígeno, puede establecerse la fórmula química. Hasta entonces, el método utilizado para determinar el contenido del carbono, hidrógeno y oxígeno de las sustancias orgánicas era la destilación. Sin embargo, este método era poco preciso y fiable, ya que dependía de las mediciones de dióxido de carbono y agua, y la precisión final dependía a su vez no solo de la determinación exacta de sus cantidades, sino también del conocimiento preciso de su composición. Además, algunos de los aparatos creados entre 1814 y 1830 por otros químicos como Berzelius, Gay-Lussac o Proust, aunque habían obtenido las fórmulas empíricas de algunos azúcares simples, eran extraordinariamente complejos y costosos. La propuesta de Liebig consistía en un método sencillo, barato y fiable, que respondía bastante bien a las determinaciones habituales del carbono, hidrógeno y oxígeno.

144

El procedimiento se basaba en la propiedad del óxido de cobre para oxidar las sustancias orgánicas que con él se calientan para transformarlas en dióxido de carbono y agua. La sustancia que se desea analizar se deseca y pulveriza, se mezcla con el óxido de cobre y se calienta en el tubo de combustión hasta que se produce la combustión. El agua producida se recoge en tubos que contienen cloruro cálcico y se mide directamente, mientras que el dióxido de carbono se recoge y se pesa también directamente por absorción en una solución de hidróxido de potasio¹ utilizando una serie de botellas de vidrio, ingeniosamente dispuestas, y que reciben el nombre de *kaliapparat*.

El aparato estaba tan bien diseñado que fue aceptado en todos los laboratorios para realizar análisis de carbono e hidrógeno, reforzando el interés y las posibilidades de la química orgánica. De hecho, antes de Liebig,

¹ *Kali* en alemán.

la mayor parte de los químicos alemanes todavía se ocupaba únicamente de cuestiones relativas a la química inorgánica, debido a las discrepancias entre los diferentes resultados de los análisis de compuestos orgánicos (SÁNCHEZ RON, 2007).

En Giessen, el propio Liebig y sus alumnos explotarán su nuevo método. Esta es una de las novedades que introduce el instituto: la investigación sistemática.

3.3 EL LABORATORIO

Convencido de la importancia de acercarse a la química a través del laboratorio, Liebig monta el primer laboratorio de investigación pensado para que lo utilicen los estudiantes. La metodología de enseñanza que implementa fue la de adjudicar problemas de investigación a sus alumnos, una vez que estos ya habían adquirido una formación básica; es decir, combina aprendizaje e investigación. De este modo, el laboratorio de Giessen, ubicado en unos barracones abandonados y sin calefacción, se convierte en el primer laboratorio de investigación sistemática, que llegará a convertirse en modelo del moderno laboratorio químico de investigación y de enseñanza (LOCKEMANN, 1960).

Con el laboratorio se desarrollan además las tareas de ayudante de laboratorio o auxiliar, que serán confiadas a jóvenes investigadores más que a personas sin titulación. Este hecho estimula por partida doble la profesionalización, no solo por la formación dispensada sino también por la creación de puestos de trabajo. La investigación, que hasta entonces había sido un juego de aficionados, se pone en manos de una nueva generación de profesionales.

A través de sus estudiantes, procedentes no solo de Alemania sino de toda Europa, la influencia de Liebig se extendió del mundo académico al industrial. De hecho, fue uno de los antiguos alumnos de Liebig, William Henry Perkin, quien le envía en 1843 un aceite que había aislado a partir de alquitrán de hulla y que llamaron *anilina*. Se trataba de un compuesto que reaccionaba con ácido nítrico para hacer agentes colorantes azul brillante, amarillo y escarlata. Así, para 1860 Alemania había construido ya una nueva industria de tinte a partir de la anilina. Aquello fue el inicio de una importante industria que no tardó en crecer rápidamente y que fomentó la investigación y la enseñanza superior de la química (SÁNCHEZ RON, 2007).

Finalmente, otra característica crucial del éxito de Liebig fue el patrocinio estatal y su consiguiente apoyo financiero.

4. LA AYUDA DE LA UNIVERSIDAD

Los laboratorios anteriores dedicados a la enseñanza habían fracasado debido a una situación paradójica: si un profesor cobraba poco dinero para así conseguir un gran número de alumnos, no lograba cubrir los enormes gastos para mantener un laboratorio del tamaño necesario; por el contrario, si cobraba cifras realistas para cubrir estos gastos, pocos alumnos se sentían atraídos, con excepción de los que estaban motivados por el lucrativo fin de ejercer como boticarios en Alemania. El resultado de esta situación, sobre todo en las universidades escocesas, fue que los profesores universitarios dejaron de impartir clases prácticas. Optaron por cobrar tasas bajas, tener aulas abarrotadas y amenizar las conferencias con demostraciones (FRUTON, 1990).

Por su parte, Liebig contó desde el principio con un modesto subsidio anual para gastos de laboratorio con que el estado dotó a la Universidad de Giessen, lo cual fue una ventaja, además del sueldo de profesor y lo que obtenía de los alumnos. El poder sufragar los gastos del laboratorio le permitió a Liebig utilizar su éxito de forma lucrativa al atraer estudiantes de la misma universidad. Finalmente, su creciente fama como químico y el éxito del instituto consiguen captar la ayuda de la universidad, que en 1834 aprueba una mejora de sus instalaciones. Al año siguiente Liebig pudo incluir en sus presupuestos el sueldo de un ayudante que, de hecho, había estado pagando durante años de su propio bolsillo (SÁNCHEZ RON, 2007).

146

Además, entre 1838 y 1839 el Gobierno concedió generosos fondos para la ampliación del laboratorio de Liebig, lo que le permitió incrementar aun más el número de alumnos. Pronto, el acuerdo y el reconocimiento gubernamentales de que no era razonable esperar que una gran escuela científica estuviera financiada en su totalidad por el propio bolsillo del profesor sirvió de ejemplo a otros estados alemanes (FRUTON, 1990). Así pues, el químico ha conquistado el respeto y el reconocimiento público, y lo ha hecho de una forma imprevista, con la dinámica de las instituciones (SÁNCHEZ RON, 2007).

5. CONCLUSIONES

Las ideas de ciencia y cultura suelen estar dissociadas. Sin embargo, si se entiende la cultura como un mecanismo de regulación social, es decir, como el conjunto de representaciones colectivas, creencias, usos del lenguaje, difusión de tradiciones y estilos de pensamiento (NÚÑEZ JOVER, 1999), entonces, la ciencia, entendida como actividad social, no escapa a la cultura. Como toda institución, la ciencia se comporta como una subcultura, la científica, sostenida dentro de la cultura general. Esta cultura científica

se manifiesta a través de diferentes formas, la más usual de las cuales es la del conocimiento incorporado en objetos y servicios, pero también está incorporado en individuos, mediante las aptitudes y cualificaciones; en las instituciones, a través de capacidades operativas; en las actitudes y valores, de una sociedad y sus miembros, etc. En este sentido, la cultura científica no es solo un atributo de individuos sino también de sociedades (VACCAREZZA, POLINO y FAZIO, 2003).

Ahora bien, retomando la idea inicial del «nudo gordiano» de Latour, la ciencia aparece como un fenómeno complejo y multidimensional que, lejos de representar simplemente una etapa más en la secuencia recta del modelo lineal de innovación, involucra una variedad de expresiones cognitivas, económicas, sociales, éticas, políticas, etc. Si bien es cierto que la ciencia es, ante todo, producción, difusión y aplicación de conocimientos, es búsqueda de la verdad y es esfuerzo a favor del rigor y la objetividad –atributos que la distinguen de otras actividades como la pseudociencia y la charlatanería–, también es necesario hacer una observación adicional: la ciencia no se da en el vacío, al margen de los hechos sociales, sino en el contexto de la sociedad a la que pertenece e interactúa con sus más diversos componentes.

El breve recorrido realizado a lo largo de una pequeña parte de la historia de la ciencia, mostrando las condiciones de índole intelectual y técnica, pero también financiera e institucional, que confluyeron en el éxito de Liebig y la química orgánica, ha permitido contemplar la ciencia y la tecnología como prácticas sociales, en contraposición a la visión de ambas como prácticas autónomas, lineales y neutrales. La ciencia es un subsistema social y las mismas fuerzas que actúan en la sociedad actúan también en ella en tanto que institución.

Si se ignora esta evidencia y se privilegia la especificidad de la actividad científica, cayendo en el cientificismo y la sociología internalista, entonces se adoptará como estrategia de análisis un economicismo lineal y voluntarista, incapaz de comprender su dinámica real y los problemas que implica. Por el contrario, entender la ciencia como actividad social será crucial para comprender qué está sucediendo en el sistema científico-tecnológico, sus tendencias de desarrollo, rumbos, obstáculos y, sobre todo, su capacidad para identificar y responder a los retos que plantea la sociedad. Es decir, será crucial para entender la cultura científica en que se basa una sociedad. Más aun, esta cultura científica no estará desconectada de la cultura global de la sociedad, sino que vendrá determinada por las peculiaridades de cada país, sus potencialidades y limitaciones, sus prioridades y exigencias, así como por el estado mismo en que se encuentre su sistema científico-tecnológico. Por tanto, no es lícito, en rigor, separar la ciencia y la tecnología de la cultura.

Explorar la ciencia desde este ángulo supone hablar de la cultura científica no solo en términos de los hechos y los métodos de la ciencia, sino también de sus muy diversas manifestaciones en la educación, la industria, los servicios, etc. El análisis de estos contextos nos dirige a su dimensión social, al proceso de su desarrollo, su dinámica e integración dentro del sistema total de las actividades sociales, y nos ofrece posibilidades adicionales para captar los nexos entre ciencia y política, ciencia e ideología, ciencia y producción y, en general, ciencia y sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- AGAZZI, Massimo (1996). *El bien, el mal y la ciencia*. Madrid: Tecnos.
- ALBORNOZ, Mario, VACCAREZZA, Leonardo, LÓPEZ CERREZO, José Antonio, FAZIO, María Eugenia, POLINO, Carmelo (2003). *Proyecto «Indicadores iberoamericanos de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana. Informe final»*. Buenos Aires: OEI/ Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) Programa CYTED.
- BARNES, Barry (1987). *Sobre ciencia*. Barcelona: Labor.
- BERNAL, John Desmond (1964). *Historia social de la ciencia*. Barcelona: Península.
- BRAND, Charles J. (1941). «A Modern Visit to Liebig's Laboratory». *Journal of Chemical Education*, vol. 18, n.º 5, pp. 221-23.
- CÁMARA HURTADO, María Montaña y LÓPEZ CERREZO, José Antonio (2007). «Dimensiones de la cultura científica», en FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (FECYT), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España, 2006*, pp. 39-64. Madrid: FECYT. Disponible en: www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/345032001.pdf.
- ELENA DÍAZ, Alberto (1989). *A hombros de gigantes: estudios sobre la primera revolución científica*. Madrid: Alianza.
- FRANCÉS CAUSAPÉ, María del Carmen (2003). *Justus von Liebig: Un docente en Química Orgánica y su influencia en la farmacia española*. Madrid: Alianza.
- FRUTON, Joseph S. (1990). *Contrasts in Scientific Style. Research Groups in the Chemical and Biochemical Sciences*. Filadelfia, MA: American Philosophical Society.
- GODIN, Benoit y GINGRAS, Yves (2000). «What Is Scientific and Technological Culture and How Is It Measured. A Multidimensional Model». *Public Understanding of Science*, vol. 9, n.º 1, pp. 43-58.
- KAFKA, Protágoras (2004). *Diccionario de biografías*. México, DF: Porrúa.
- LATOUR, Bruno (1991). *Nunca hemos sido modernos*. Madrid, DF: Debate.
- LOCKEMANN, George (1960). *Historia de la Química*, tomo I-II. México, DF: Hispanoamericana.
- LÓPEZ CERREZO, José Antonio y CÁMARA HURTADO, María Montaña (2005). «Apropiación social de la ciencia», en FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (FECYT), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España- 2004*, pp. 31-57. Madrid:

- FECYT. Disponible en: [http://icono.publicaciones.fecyt.es/contenido.asp?dir=05/](http://icono.publicaciones.fecyt.es/contenido.asp?dir=05/Publi/AA/Percepcion)
[Publi/AA/Percepcion](http://icono.publicaciones.fecyt.es/contenido.asp?dir=05/Publi/AA/Percepcion).
- (2009). «La cultura científica en España», en María José ARIAS-SALGADO ROBSY (coord.), *El español, lengua para la ciencia y la tecnología: presente y perspectivas de futuro*. Instituto Cervantes, pp. 17-40.
- MERTON, Robert (1973). *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- NÚÑEZ JOVER, Jorge (1999). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana: Félix Varela. Disponible en: www.inder.cu/indernet/Provincias/hlg/documentos/textos/P%20S%20DE%20LA%20CIENCIA%20Y%20LA%20TECNOLOGIA/P%20S%20DE%20LA%20CIENCIA%20Y%20LA%20TECNOLOGIA.pdf.
- ORDÓÑEZ, Javier, NAVARRO, Pablo y SÁNCHEZ RON, José Manuel (2004). *Historia de la ciencia*. Madrid: Espasa-Calpe (Austral).
- PARTINGTON, James Riddick (1945). *Historia de la química*. Buenos Aires: Espasa-Calpe.
- POLINO, Carmelo, LÓPEZ CERREZO, José Antonio, FAZIO, María Eugenia y CASTELFRANCHI, Yuri (2006). «Nuevas herramientas y direcciones hacia una mejor comprensión de la percepción social de la ciencia en los países del ámbito iberoamericano», en RED IBEROAMERICANA DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (RICYT), *El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos 2006*, pp. 51-60. Disponible en: www.ricyt.org/index.php?option=com_content&view=article&id=159:el-estado-de-la-ciencia-2006&catid=6:publicaciones&Itemid=7.
- SÁNCHEZ RON, José Manuel (2007). *El poder de la ciencia: historia social, política y económica de la ciencia (siglos XIX y XX)*. Barcelona: Crítica.
- SCHIERZ, Ernst R. (1931). «Liebig's Student Days». *Journal of Chemical Education*, vol. 8, n.º 2, pp. 223-31.
- TWIGG, C. A. y TWIGG, M. V. (1973). «Centenary of the Death of Justus von Liebig». *Journal of Chemical Education*, vol. 50, n.º 4, pp. 273-74.
- VACCAREZZA, Leonardo, POLINO, Carmelo y FAZIO, María Eugenia (2003). «Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales». *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología e Innovación*, n.º 5. Disponible en: www.oei.es/revistactsi/numero5/articulo1.htm.
- VOGT, Carlos y POLINO, Carmelo (orgs.) (2003). *Percepción pública de la ciencia. Resultados de la encuesta en Argentina, Brasil, España y Uruguay*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).
- WOOLGAR, Steve (1991). *Ciencia: abriendo la caja negra*. Barcelona: Anthropos.
- ZIMAN, John (1986). *Introducción al estudio de las ciencias. Los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología*. Barcelona: Ariel.

AVALIAÇÃO DAS ATITUDES DAS DUAS CULTURAS EM RELAÇÃO À APRENDIZAGEM DA CIÊNCIA

Patrick de Miranda Antonioli*

Alvaro Chrispino*

Ángel Vázquez Alonso**

Maria Antonia Manassero Mas**

SÍNTESE: Este trabalho apresenta resultados obtidos de acordo com a avaliação das atitudes em relação à aprendizagem da ciência, a partir de estudantes pré-universitários, em início e fim da universidade e professores, todos vinculados ao CEFET/RJ. Trata-se de uma questão do projeto PIEARCTS que aborda a existência de duas culturas – ciências e humanas –, onde é explorada a possibilidade de o estudante que diz pertencer à área humana aprender ciência. A questão é analisada desde seu aspecto mais geral até subcategorias, divididas em áreas e graus de escolaridade. Além de apresentar as crenças dos sujeitos em questão, as análises das respostas podem contribuir para a elaboração de estratégias que incluam aspectos da Natureza da Ciência para uma aprendizagem de maior qualidade, tanto para aqueles que desejam seguir na carreira científica quanto para aqueles que desejam seguir outro caminho. Os resultados apontam uma neutralidade geral em relação à capacidade do indivíduo de humanas aprender ciência, em contrapartida apresenta maior crença por parte do professor de ciências de que isso é possível.

Palavras-chave: COCTS; CTS; duas culturas; PIEARCTS.

EVALUACIÓN DE LAS ACTITUDES DE LAS DOS CULTURAS EN RELACIÓN AL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA

SÍNTESIS: Este trabajo presenta resultados obtenidos a partir de una evaluación de las actitudes para el aprendizaje de la ciencia en estudiantes universitarios y profesores, todos vinculados a CEFET/RJ. Se trata de analizar, con el proyecto PIEARCTS, la existencia de dos culturas –ciencias puras y ciencias humanas– y explorar las posibilidades de aprendizaje científico-exacto del estudiante que pertenece al área de humanidades. La cuestión es analizada desde el aspecto más general hacia varias subcategorías, divididas por áreas y grados de escolarización. Además de presentar los puntos de vista de los sujetos de estudio, los análisis de las respuestas

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Brasil.

² Universidad de las Islas Baleares, Espanha.

son utilizados en la elaboración de estrategias –incluyen ideas sobre la Naturaleza de la Ciencia– que favorecen un aprendizaje de mayor calidad. Son estrategias dirigidas tanto a los estudiantes de carreras científicas como a los de otras aspiraciones. En cuanto a los resultados, éstos apuntan a una neutralidad general en relación a la capacidad de aprendizaje de ciencias puras por parte del individuo proveniente de ciencias humanas. Sin embargo esa posibilidad de aprendizaje es reafirmada por el profesor de ciencias-exactas.

Palabras clave: COCTS, CTS, dos culturas, PIEARCTS.

EVALUATION OF ATTITUDES OF TWO CULTURES IN RELATION TO THE LEARNING OF SCIENCE

ABSTRACT: This paper presents the results obtained from an assessment of the attitudes for the learning of sciences in university students and teachers, all linked to CEFET/RU. The aim is to analyse, with the PIEARCTS project, the existence of two cultures- pure sciences and social sciences- and explore the possibilities of a scientific learning of the student who belongs to the humanities area. The issue is analysed from the most general aspect into several sub-categories, divided by areas and school degrees. In addition to the points of view of the subject of study, the analysis of the answers are used in the development of strategies – include ideas on the nature of science- favouring higher quality learning. Both are strategies for students of science careers and others. In terms of results, such indicates a general neutrality in relation to the ability to learn pure sciences by the individual that comes from the so-called social sciences. However, this possibility of learning is reaffirmed by the science teacher.

Keywords: COCTS, CTS, two cultures, PIEARCTS.

1. INTRODUÇÃO

Entender um pouco da Natureza da Ciência durante a aprendizagem das suas diferentes disciplinas constitui um passo importante quando o objetivo é a alfabetização científica e tecnológica (VÁZQUEZ *et al.*, 2007). Para isso é necessária a compreensão de elementos de diferentes áreas como história, filosofia e sociologia. O estudo dessa natureza perpassa a construção do conhecimento científico e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (cts).

Trata-se de um assunto delicado e controverso, pois não há unanimidade em relação a muitos aspectos, mesmo entre especialistas de diversos campos do conhecimento. Identificar correlações e divergências entre os pensamentos desses especialistas e compará-los com as concepções de estudantes e professores pode contribuir para o descobrimento de como introduzir a Natureza da Ciência no currículo escolar. É primordial conhecer

a visão de alunos e professores sobre todos os aspectos ligados à Natureza da Ciência, para a realização de um estudo que possibilite a sua inserção em sala de aula.

Com o intuito de chegar à compreensão sobre como pensam alunos e professores a respeito da Natureza, da Ciência e da Tecnologia foi criada uma colaboração entre os países ibero-americanos: Argentina, Brasil, Colômbia, Espanha, México, Portugal, Uruguai. Essa colaboração, denominada Projeto Ibero-americano de Avaliação de Atitudes Relacionadas com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (PIEARCTS), utiliza o Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (COCTS) para alcançar essas atitudes, valores e crenças, utilizando-se alguns trabalhos anteriores como referência e uma metodologia própria baseada no modelo de respostas múltiplas e na escala de Likert.

Este trabalho foi realizado em uma instituição tecnologia do Rio de Janeiro com um público de 445 indivíduos. O objetivo consiste em analisar uma questão que aborda a existência de duas culturas: aqueles que são da área da ciência e aqueles que são da área de humanas.

2. AS DUAS OU TRÊS CULTURAS

153

É normal nos dias atuais ouvirmos pessoas dos mais variados lugares proferirem as palavras: exatas e humanas. Tão normal quanto isso é ouvir alguém afirmar que gosta de história, mas odeia a física ou gosta de matemática, mas não suporta geografia. Assim, as pessoas se autodenominam da área de exatas ou da área de humanas. Basicamente, ou o indivíduo se encaixa em um grupo, ou se encaixa em outro. Somos absorvidos por esses conceitos ainda na fase escolar e em parte da graduação, de tal forma, que é possível sentirmos certa estranheza, quando alguém com afinidade na área de exatas apresenta uma obra literária. Ou então quando um sujeito com habilidade na outra área diz apreciar a ciência.

Essa divisão de dois modos de ser, duas linhas de pensamento, duas atitudes e incompreensão de ambas as partes não é novidade, sendo o que Snow (1959) chama de duas culturas. São grupos que possuem inteligências comparáveis, que, financeiramente, recebem quase o mesmo, que têm origens sociais semelhantes, mas que não se comunicam entre si e têm pouco em comum em diversas outras questões. A essência da divisão começa cedo na vida do indivíduo, mas a tendência é que haja essa completa cisão na vida adulta.

Segundo o autor, trata-se de uma divisão onde em um polo estão os cientistas e no outro estão os que se autodenominam intelectuais. Trata-se de uma concepção interessante, pois nessa categoria não incluem-se Newton, Darwin e outros cientistas, como se esses não tivessem usado seus intelectos em suas descobertas. Essa divisão não significa que, por exemplo, biólogos, por estarem no grupo dos cientistas, entendam a física moderna e contemporânea. Na verdade, eles podem ser completamente alheios a isso, porém, possuem em comum com os físicos muitos aspectos como: atitudes, normais, padrões de comportamento, abordagens e suposições. O autor quer dizer que ambos possuem uma cultura em comum, não compartilhando atitudes e valores com o outro polo.

Murray Gell-Mann, no livro *The Third Culture: Beyond the Scientific Revolution* de John Brockman, de 1995, faz um desabafo interessante sobre como uma cultura enxerga a outra:

Infelizmente, há pessoas nas artes e nas humanidades – possivelmente, até mesmo algumas na área das ciências sociais – que se orgulham de saber muito pouco sobre ciência e tecnologia, ou sobre matemática. O fenômeno oposto é muito raro. Você pode, ocasionalmente, encontrar um cientista que é ignorante em Shakespeare, mas você nunca encontrará um cientista que se orgulha de ser ignorante em Shakespeare. (tradução nossa)

154

Qualquer pessoa que passou pela vida escolar já deve ter tido contato com pensamentos desse gênero. Pensamentos como “a física não serve para nada” ou “tecnologia para os que gostam dela, pois só me interessa usá-la”, são comuns até os dias atuais. Snow (1959) comenta a distinção entre os pensamentos das duas culturas:

Um bom número de vezes tenho estado presente a reuniões de pessoas que, pelas normas da cultura tradicional, achassem muito educados e com muito gosto têm expressado sua incredulidade pelo analfabetismo dos cientistas. Uma ou duas vezes fui provocado e pedi aos interlocutores que descrevessem a Segunda Lei da Termodinâmica, a lei de entropia. A resposta foi fria e negativa. No entanto, eu estava pedindo algo que para os cientistas seria equivalente a perguntar: *Você já leu uma obra de Shakespeare?* (tradução nossa, p. 15-16, grifo do autor)

Notemos que as visões de Gell-Mann e Snow se assemelham. O que o segundo chama de resposta fria e negativa, por parte das pessoas da área de humanas, converge no que o primeiro afirma sobre o orgulho de saber pouca ciência. Já no caso dos cientistas, não conhecer Shakespeare para os dois autores se traduz em um sentimento de não muito orgulho. É inegável que a ciência tem se tornado mais complexa com o passar do tempo, com teorias e linguagens mais refinadas. Snow descreve esse pensamento em seu texto:

Agora acredito que se eu tivesse feito uma pergunta ainda mais simples – como: O que você entende por massa, ou aceleração, o que é o equivalente científico em dizer *Pode ler?* – não mais do que um em dez dos altamente educados teriam percebido que eu estava falando o mesmo idioma. Portanto, enquanto o grande edifício da física moderna cresce, a maioria das pessoas inteligentes no ocidente tem o mesmo conhecimento científico que os seus antepassados neolíticos tiveram. (tradução nossa, p. 16, grifo do autor)

Segundo Snow (1959), a maioria das pessoas não acompanhou o desenvolvimento da ciência, portanto, não absorveu sua linguagem. Sem esse mínimo conhecimento, torna-se difícil o diálogo com a outra cultura. O autor aponta para a especialização do ensino escolar como sendo um dos fatores que colaboram para esse distanciamento das culturas.

Uma das principais justificativas para essa separação das culturas tem ligação com a Revolução Industrial e, principalmente, com o que ele chama de Revolução Científica. Basicamente, a introdução da ciência na indústria, com o objetivo de reduzir tentativas e erros e a ideia de substituir inventores por cientistas culminaram em uma mudança no estilo das universidades e na ruptura das duas culturas.

Naturalmente, a ideia de Snow foi questionada ao longo dos tempos. Ele mesmo afirma que o número “dois”, referente às duas culturas é um número perigoso. Nada impede que existam mais. Nessa perspectiva, Brockman (1995) introduz uma terceira cultura:

A terceira cultura consiste na dos cientistas e outros pensadores no mundo empírico que, através de seus trabalhos e escritos expositivos, estão tomando o lugar do intelectual tradicional visibilizando os significados mais profundos de nossas vidas, redefinindo quem e o que somos. (tradução nossa, p. 27).

Snow (1995) já havia imaginado uma terceira cultura que seria uma espécie de amálgama entre cientistas e indivíduos das humanidades. No entanto, tal cultura não emergiu, e segundo Brockman (1995), os cientistas começaram a se comunicar diretamente com o público, sem intermediários. A esses cientistas, que possuem habilidade para escrever, ele deu o nome de pensadores da terceira cultura. Nem todos aprovaram a nova onda de livros que surgiu, como os antigos intelectuais, que viam os livros como anomalias.

Como descrito anteriormente, existem diversas visões sobre as culturas, cada uma da perspectiva de quem escreve. Como este trabalho aborda os dois grupos: ciências e humanas – o entendimento delas através da visão de Snow é suficiente.

3. A VISÃO DA CIÊNCIA

A visão que temos da ciência é uma mescla do que é visto no ambiente formal da escola e da universidade com o que chega a nós, informalmente, através de livros, revistas, televisão, internet e outros. Se por um lado, existe esse abismo no ambiente formal que separa as duas culturas, resultando em pessoas que ou pertencem a uma área ou pertencem a outra, por outro, o ambiente informal pode contribuir para a motivação e a aquisição de conhecimentos que sejam significativos para o indivíduo. Naturalmente, um contato maior com a ciência, no que diz respeito a sua natureza, poderia aproximar as duas culturas.

O problema, como ilustra Castelfranchi (2008), é que até a década de 1980 a maneira como a ciência era abordada nos meios de comunicação não atingia o público como deveria. A ciência era tratada como uma entidade autônoma em relação ao resto da sociedade. O público era tratado como homogêneo e passivo, portanto só devia ser permitida a chegada de modo transmitido, sem dar oportunidades às reflexões. O processo comunicativo era unidirecional, linear e de cima para baixo, baseado em uma operação de simplificação, sacrificando muita informação. Embora nas últimas décadas muito tenha sido discutido sobre isso, na prática, embora a presença da ciência tenha aumentado, pouco mudou em relação a como ela se apresenta ao leitor.

156

A Fundação para o Desenvolvimento da Pesquisa (Fundep) em parceria com a Agência Nacional de Direitos da Infância (ANDI) realizaram uma pesquisa com matérias publicadas entre 2007 e 2008 em 62 jornais brasileiros. Aproximadamente 75% estavam relacionados à ciência, enquanto que quase 20% estavam relacionadas às ciências humanas e às artes. Os resultados apontam fraca contextualização e muito pouca interdisciplinaridade. A maioria está entre o factual e o contextualizado simples. Os assuntos não se apresentam muito diversificados, estando entre a medicina e as ciências biológicas em grande maioria, dependendo do que estiver «na moda» no momento.

A ciência é rica em controvérsias, que são, naturalmente, despertadoras de interesses e discussões, mas, segundo a pesquisa, pouco disso é explorado. Em 2007 o assunto majoritário foi impactos ambientais, enquanto em 2008 foi pesquisas com células-tronco. Temas como energia nuclear, alimentos transgênicos e outros apareceram muito pouco. Portanto, é difícil que os indivíduos da área de humanas se interessem pela ciência, se além da escola ser de certo modo, traumatizante, os meios de comunicação não são capazes de fornecer uma outra visão da ciência, que permita o sujeito refletir e se sentir à vontade para discutir sobre diversas coisas que ocorrem no mundo da ciência.

4. METODOLOGIA

O instrumento de pesquisa é o Questionário de Opiniões sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (COCTS) (VÁZQUEZ *et al.*, 2010; VÁZQUEZ *et al.*, 2005, 2000; MANASSERO e VÁZQUEZ 2002). Esse formulário é uma adaptação elaborada a partir do VOSTS (Views on Science-Technology-Society), que são 114 questões de múltipla escolha que envolve a avaliação dos seguintes temas: definições de ciência e tecnologia, interações mútuas entre ciência, tecnologia e sociedade, sociologia externa da ciência, sociologia interna da ciência (características dos cientistas, construção social da tecnologia e conhecimento científico) e natureza do conhecimento científico (AIKENHEAD e RYAN, 1992).

Através de adaptações às questões originais e à exclusão de algumas delas e à inclusão de algumas novas, criou-se o COCTS, contendo 100 questões. O grande avanço desse questionário está no fato de utilizar o modelo de resposta múltipla, ao invés do modelo de resposta única (VÁZQUEZ *et al.*, 2005, 2000). A obtenção de várias respostas ao invés de apenas uma, enriquece a informação disponível para cada questão e pode proporcionar uma maior precisão na avaliação das atitudes.

As respostas para cada item da questão variam de 1 a 9, onde consideram-se ingênuas entre 1 e 3, plausíveis entre 4 e 6 e adequadas entre 7 e 9. Ingênuas expressam o desacordo com a afirmação, plausível se traduz em um pensamento certo em parte, e adequada é quando se concorda plenamente com o item. A tabela 1 ilustra a escala anteriormente descrita.

157

TABELA 1
Escala de avaliação das respostas do COCTS

MENOS ADEQUADAS			MAIS ADEQUADAS					
Ingênuas, inadequadas			Plausíveis, parcialmente aceitáveis			Adequadas, apropriadas		
Totalmente ingênuas	Muito ingênuas	Ingênuas	Pouco plausíveis	Plausíveis	Muito plausíveis	Adequadas	Muito adequadas	Totalmente adequadas
1	2	3	4	5	6	7	8	9

O parâmetro de comparação para avaliação da resposta é a categorização previamente realizada a partir de respostas de juízes peritos (professores formadores e professores de ciências, filósofos, pesquisadores em didática das ciências) (VÁZQUEZ ALONSO *et al.*, 2005). Para complementar esse modelo de respostas múltiplas é utilizada uma métrica, que permite a criação de um índice atitudinal global, variando entre -1 e 1. Para todas as três categorias de respostas, adequadas, neutras e ingênuas, o ideal é que estejam o mais próximo possível de 1. Isso significa que tais respostas

se aproximam dos acordos dos juízes peritos. Evidente que se elas tendem a -1 é uma indicação de que estão na contramão do que pensam os juízes.

Para os casos das adequadas e ingênuas, ter respostas em torno de zero apresenta a neutralidade por parte dos sujeitos da pesquisa. Contudo, para o caso das plausíveis, a métrica atua de outra forma. Como o ponto mais positivo está relacionado com as respostas em torno de zero, os pontos extremos negativos podem estar relacionados tanto com respostas adequadas como ingênuas. Para analisar para onde tende uma resposta negativa, torna-se necessário utilizar os dados brutos.

A pesquisa foi realizada no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) com um público de 445 pessoas, entre elas estudantes do nível médio, do primeiro e último períodos da graduação e professores. Quanto ao gênero, estiveram presentes 58% de homens e 42% de mulheres. Na divisão por área, foram 76% para a ciência e 24% para humanas.

Foram utilizadas 30 das 100 questões, dividindo-as em 2 partes (forma 1 e 2). Este trabalho tem como propósito analisar a questão 50111 da forma 2, cujo tema é a influência da ciência escolar sobre a sociedade, explorando a existência de duas culturas: ciências e humanas. A tabela 2 apresenta essa questão e seus itens.

TABELA 2
Questão 50111 do COCTS sobre as duas culturas.

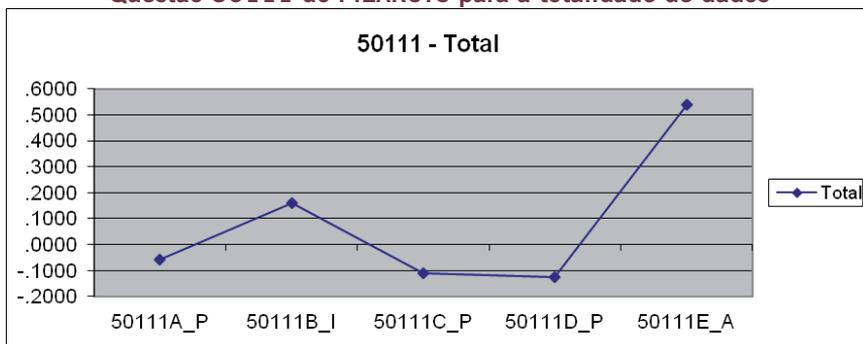
50111 Parece que existem dois tipos de pessoas, as que entendem de ciências e as que entendem de letras (por exemplo, literatura, história, economia, leis). Mas se todos estudassem mais ciências, então todos as compreenderiam.	
A	EXISTEM estes dois tipos de pessoas. Se as pessoas de letras estudassem mais ciências, chegariam também a compreendê-las, porque quanto mais se estuda alguma coisa, mais se chega a gostar e a compreender melhor.
EXISTEM estes dois tipos de pessoas, mas ainda que as pessoas de letras estudassem mais ciências, NÃO chegariam necessariamente a compreender melhor:	
B	Porque podem não ter a capacidade ou o talento para compreender a ciência. Estudar mais ciência não lhes dará essa faculdade.
C	Porque podem não estar interessadas pela ciência. Estudar mais ciências não mudaria o seu interesse.
D	Porque podem não estar orientadas ou inclinadas para a ciência. Estudar mais ciências não mudaria o tipo de pessoa.
E	Não existem só estes dois tipos de pessoas. Há tantos tipos de pessoas como preferências individuais possíveis, incluindo as que entendem ambas, as ciências e as letras.

5. ANÁLISE DOS DADOS

Todos os gráficos foram elaborados utilizando-se a métrica proposta na metodologia. No eixo vertical se encontram os índices atitudinais, enquanto no eixo horizontal estão as questões do PIEARCTS de A a E, com as indicações das respostas dos juízes – A para adequada, P para plausível e I para ingênua.

Em uma análise em primeira aproximação da figura 1, onde estão os dados das duas culturas, é possível perceber que as três questões plausíveis encontram-se com índices atitudinais negativos. A questão ingênua apresenta um valor um pouco aquém do esperado, visto que seu valor (0,1613) está mais próximo de zero do que do teto máximo, que seria o acordo com os juízes devido à ingenuidade da resposta. Já a letra E, adequada, apresenta o valor 0,5385, que é mais interessante.

FIGURA 1
Questão 50111 do PIEARCTS para a totalidade de dados



A frase A ilustra uma ideia de que existem as duas culturas, mas que as pessoas de letras ao estudarem mais ciências podem aprender e gostar. É difícil afirmar que podemos gostar mais de algo só porque a estudamos e também afirmar que só existem dois tipos de pessoas, embora possa ser verídico que quanto mais estudarmos algo, mais chances de compreendê-la, mesmo que a motivação não seja puramente intrínseca. Por esses motivos, pode ser que a resposta não seja nem ingênua, nem adequada, mas sim um meio-termo plausível.

Todavia, não é possível visualizar se esse índice atitudinal (-0,0594) está mais próximo de respostas ingênuas ou de respostas adequadas. Para compreendermos esse item com maior clareza, é interessante analisarmos à luz das respostas brutas, variando de 1 a 9. Essas respostas indicam que há uma tendência à adoção de valores entre o plausível e o adequado, jus-

tificando a existência de um deslocamento no índice para uma resposta, no geral, adequada.

Isso é muito interessante, pois pode indicar que todos os indivíduos, tanto de exatas quanto de humanas, tendem a crer que podem existir as duas culturas, mas que se todos estudarem mais poderão gostar e aprender ciências. Parece ser um indicativo importante, pois se a hipótese se confirmasse, significaria que as próprias pessoas das humanidades acreditariam poder gostar e aprender ciências, mesmo se autoafirmando «alguém das humanas».

O item B é ingênuo e apresenta um índice atitudinal não muito alto. A ingenuidade da resposta provavelmente vem de sua afirmação de que pessoas de letras podem não ter capacidade ou talento para compreender, pois não adianta estudar mais, visto que nunca irão aprender ciências mesmo. Embora o índice não seja negativo, apresenta uma falta de confiança por parte das pessoas de humanas e uma descrença sobre a aprendizagem delas por parte das pessoas de exatas. Parece oposto ao quadro apresentado na frase anterior.

160

Já a frase C, continua a afirmar que pessoas de humanas podem não aprender ciências, porque podem nem estar interessadas. Ela tem alguma razão ao afirmar que a falta de interesse desmotiva alguém a aprender algo, mas ela apresenta uma ponta de ingenuidade ao afirmar que só existem dois tipos de pessoas e principalmente em expor que elas não podem aprender mais, mesmo estudando mais. Apresentou um índice negativo (-0,1092).

Novamente, é uma resposta que exige um olhar sobre os dados brutos. Mais uma vez eles apresentam uma tendência até mais acentuada que a anterior a uma resposta mais adequada. Aparentemente, as pessoas estudadas creem que a falta de interesse é determinante para a não aprendizagem das ciências.

A frase D também apresenta uma componente pessoal, abordando a inclinação da pessoa ao estudo das ciências e a orientação externa para que isso ocorra. Esse é um item plausível, pois existe alguma verdade no fato de que a falta de orientação contribui para o desinteresse no estudo das ciências. Em contrapartida, não se pode afirmar que existem apenas dois tipos de pessoas, predeterminadas a se inclinarem para a área ou não.

Esse item apresentou o índice mais negativo das aceitáveis (-0,1250). Os dados puros indicam uma tendência mais forte para respostas adequadas e também se trata de um item que aborda o interesse pessoal do indivíduo. Um sujeito de humanas pode identificar sua falta de conhecimento científico

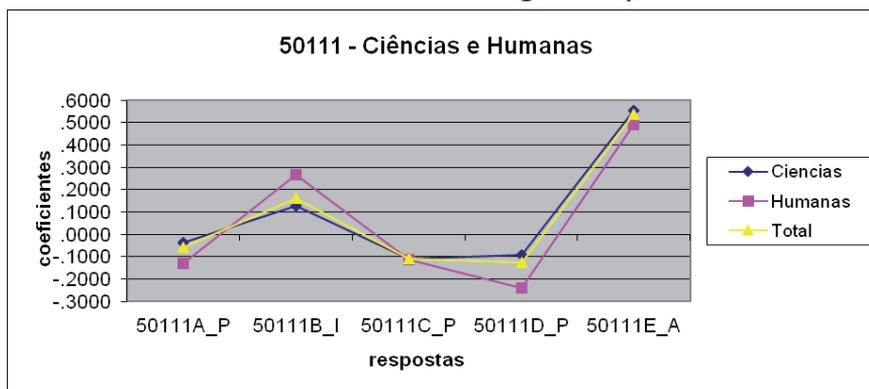
devido a sua ausência de orientação e a sua própria falta de interesse. É algo que pode ser confirmado na análise das culturas de forma separada.

Por último, está o item E que apresenta uma resposta mais próxima da que os juízes peritos consideram como adequada. Além dessa aproximação ela possui uma peculiaridade em relação às outras ao observarmos seus dados brutos. Cerca de 40% das pessoas marcaram 9, ou seja, o máximo de adequação à resposta. Aqui é reconhecido que existem tantos tipos de pessoas quanto se queira classificar, pois as áreas podem ser subdivididas. Inclusive aquelas que entendem tanto de ambas as áreas (ciências e humanas), com alguma semelhança ao que afirma Brockman (1995).

5.1 CATEGORIZAÇÃO POR CULTURAS

Neste caso o foco da análise muda para uma categorização baseada em nosso objeto de estudo: as duas culturas. A figura 2 ilustra um gráfico semelhante ao anterior, com a adição dessa separação por culturas.

FIGURA 2
Questão 50111 do PIEARCTS categorizado por culturas



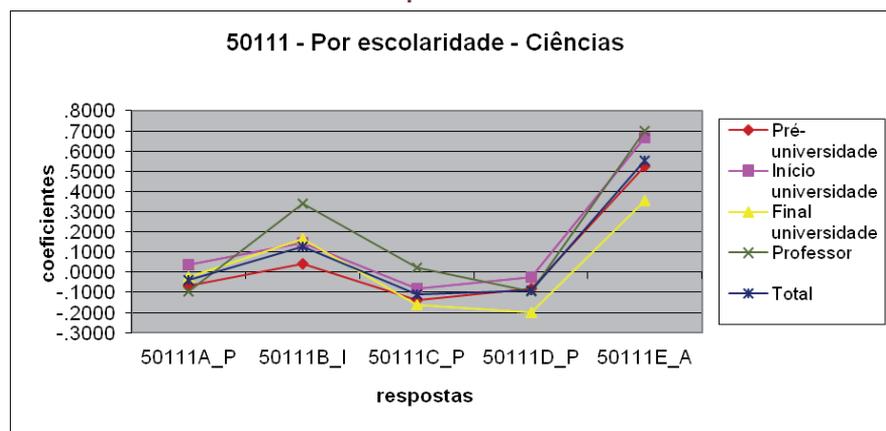
É possível observar que houve maior contribuição das respostas com índices negativos das frases A e D, por parte das pessoas ligadas à área de humanas. Parece contraditório, pois ao mesmo passo que tendem a adequar o item A (analisando os dados brutos), transparecendo uma confiança em aprender mais ciências caso estudem mais, também tendem a adequar o item D, afirmando que estudar mais ciências não mudará quem eles são, visto que não têm inclinação para isso. Para as pessoas de ciências, as respostas também são negativas, contudo tendendo a uma neutralidade um pouco maior. Já na frase C, os indivíduos de ciências e os de humanas possuem índices semelhantes, concordando que a ausência de interesse implica na

não aprendizagem das ciências. Em todos os três casos admite-se que existam dois tipos de pessoas.

O item B apresenta ligeira diferença entre o pensamento das pessoas das duas áreas. Os indivíduos de humanas apresentam atitudes melhores do que os de ciências. Isso corrobora com a análise anterior que direciona para uma confiança em aprender ciências, pois o que necessita ser feito é estudar. Aparentemente eles acreditam em suas capacidades de aprender, pelo menos mais do que as pessoas de ciências. Quanto ao item E, notemos que há pouca diferença entre as duas áreas, visto que a maioria julgou o item como adequado. As duas áreas reconhecem que existem tantas culturas quanto preferências individuais possíveis.

Para analisarmos os pormenores, as categorias das culturas foram divididas em subcategorias relacionadas ao grau de escolaridade e dois gráficos foram construídos, um para ciências e outro para humanas, ilustrados nas figuras 3 e 4 respectivamente.

FIGURA 3
Questão 50111 do PIEARCTS da categoria Ciências
dividida por escolaridade

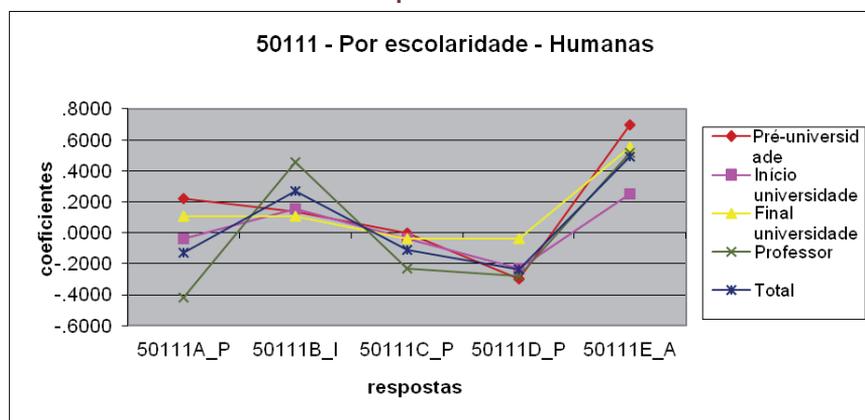


Na questão A é possível observar uma leve variação, indicando que os professores possuem índice mais negativo que os pré-universitários e universitários. Já o item B apresenta uma resposta menos pior em relação aos pré-universitários, em relação a uma questão ingênua, cuja distância é grande em relação à concepção dos professores. Há um descrédito sobre a capacidade das pessoas de humanas para aprender ciências por parte dos pré-universitários que contrapõe levemente a confiança do professor de ciências.

Os itens C e D apresentam uma crença maior por parte dos estudantes em fim de universidade que sem interesse e sem orientação, não se aprende ciências. Por último, a questão E apresenta um índice adequado para todos, mas com uma grande diferença entre pessoas no início da universidade e professores em relação às pessoas no fim da universidade. É curioso notar que do início para o fim da universidade os indivíduos, aparentemente, deixam de acreditar que existem mais do que só dois tipos de pessoas. É possível que isso esteja relacionado com a especialização ao longo da vida acadêmica.

Analisando a figura 4, com o grupo de humanas dividido por escolaridade, podemos perceber que no item A notam-se certas diferenças de crenças entre os diversos níveis de escolaridade, diferentemente da figura anterior. Há uma diferença que vai de um índice atitudinal positivo a um índice atitudinal negativo. É provável que os professores da área de humanas acreditem que quanto mais se estuda ciência mais se aprende, contudo ainda mantendo uma separação entre as duas áreas, pois ele, como professor, deve se enxergar dentro de uma cultura. No polo oposto está o pré-universitário da área de humanas. Este sujeito tende levemente a uma plausibilidade maior na resposta, talvez porque a ideia de especialização não esteja tão presente em sua cabeça. O item B oferece poucas diferenças se o compararmos com a figura 3, apresentando a mesma ideia de que os professores tendem a identificar levemente essa questão como ingênua.

FIGURA 4
Questão 50111 do PIEARCTS da categoria Humanas
dividida por escolaridade



O item C ilustra uma inversão de valores, mesmo que suave, no que concerne às crenças dos universitários em fim de curso e dos professores. Neste caso esses últimos acreditam mais do que os estudantes, que existem apenas duas culturas e que estudar mais ciências não aumentará o interesse do indivíduo. A frase D também proporciona uma pequena in-

versão de valores, mas neste caso entre os estudantes no início e no fim da universidade. Assim como no item anterior, os estudantes em fim de curso da área de humanas parecem marcar menos respostas adequadas quando comparados com os da área de exatas. Já os estudantes da área de humanas que iniciam a universidade confirmam a questão plausível como adequada, mostrando que para eles existem somente duas culturas e que estudar mais ciências não mudará o tipo de pessoa.

A frase E mostra novamente um crescimento do índice atitudinal dos estudantes em fim de curso na área de humanas e uma queda para os alunos no início da universidade, comparando-se com a área de exatas. Os estudantes no início da universidade de exatas tiveram índice 0,7 enquanto os da área de humanas apenas 0,2. Já os estudantes no fim de curso na área de exatas apresentaram índice entre 0,3 e 0,4, enquanto na área de humanas tiveram índice próximo de 0,6. Destaque também para os pré-universitários da área de humanas que apresentaram o maior índice (aproximadamente 0,7), superior ao mesmo grupo da outra área (aproximadamente 0,5).

É interessante notar dois pontos que se revelam através da análise dos dois gráficos anteriores. Primeiro que, de modo geral, os estudantes da área de humanas no final da universidade têm índices atitudinais superiores em relação aos mesmos estudantes das áreas de exatas. O segundo, é que há uma ligeira diferença geral entre os estudantes no início de universidade, traduzindo-se em um índice atitudinal maior para os indivíduos das áreas de exatas.

164

Considerando esse quadro, parece haver algum componente dentro de suas graduações que modificam a maneira de pensar dos alunos. Inicialmente temos alunos na área de ciências com crenças um pouco mais próximas dos juízes peritos, mas que ao final do curso tendem a modificar suas opiniões para índices menores. Já na área de humanas, os alunos iniciam o curso menos próximos das crenças dos juízes e ao final dele apresentam uma maior aproximação dessas crenças.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma linha geral, é nítida a preferência pela afirmação de que há mais de duas culturas, representada pelo item E da questão 50111 do PIEARCTS. De fato, existem tantas culturas conforme se queira subdividi-las em interesses mais específicos. Em contrapartida, o item B, que é ingênuo, deveria ser fortemente marcado como tal, mas em todos os gráficos apresenta-se abaixo do esperado. Além de aceitarem uma afirmativa que assegura que

pessoas sem capacidade não devem estudar ciências, pois não a aprenderão, também se contradizem ao não porem em questionamento um item que afirma existir apenas duas culturas.

A contradição continua com os itens plausíveis, representados pelas letras A, C e D. No comportamento geral, todos tendem mais à adequação do que à plausibilidade, sugerindo que o pensamento de que existem duas culturas é válido. Esses itens são curiosos, visto que eles sugerem uma proximidade de adequação a um item que afirma que quando se estuda ciência, pode-se entendê-la melhor, ao mesmo passo que tendem a adequar os outros dois que apresentam uma ideia de que estudar mais ciência não muda o interesse ou o tipo de pessoa.

As respostas separadas por escolaridade podem contribuir para uma melhor perspectiva futura em relação ao Ensino de Ciências e à união das culturas. Os professores da área de ciências não demonstram muita firmeza nos itens plausíveis, mas, em compensação, marcam mais positivamente os itens ingênuo e adequado. Isso pode significar que eles acreditam na capacidade de todos os alunos para estudar ciências, mesmo daqueles que se autodenominam de outra área.

Além de tudo, eles parecem reconhecer que existem muitos tipos de pessoas, inclusive as que entendem ambas as disciplinas. Talvez um ensino que fosse mais atraente, apoiado em uma maior contextualização poderia seduzir quem se denomina da área de humanas. Lembremos que a ciência possui componentes que vão além do conteúdo, como a história, a filosofia e a sociologia da ciência, talvez mais próximos dos interesses desse grupo.

Olhando através da óptica dos alunos de um curso de humanas que estão no início da universidade, notemos que todos os índices atitudinais são baixos, mostrando que não há confiança na aprendizagem da ciência, mas a confiança parece aumentar até o final do curso. A universidade pode ter um componente que alavanque esse interesse pela aprendizagem da ciência e é possível que alunos dessa área passem a conhecer um pouco da ciência através de outra óptica, como a da história. A convivência de alunos de diferentes cursos no Ensino Superior pode ser saudável, já que no ensino tradicional, pouco se aprende sobre outras coisas da ciência que não seja vinculado fortemente com o conteúdo científico.

Pensando no Ensino Médio, temos que a sala de aula é um ambiente heterogêneo, sendo possível subdividir em duas, três ou mais culturas. Como orienta Cachapuz *et al.* (2008), devemos aprofundar o diálogo entre as ciências que o cartesianismo separou, principalmente as ciências da natureza e as sociais e humanas, onde quase tudo está por fazer. O diálogo entre todas as

ciências pode enriquecer a vida daqueles que desejam seguir o caminho da ciência, oferecendo novas perspectivas sobre a Natureza da Ciência e pode aproximar e fornecer uma cultura científica àqueles que seguirão o caminho da outra cultura, permitindo-os além de tudo dialogar com o outro grupo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. S. e RYAN, A. G. (1992). «The development of a new instrument: “Views on science-technology-society” (VOSTS)». *Science Education*, v. 76, n.º 5, p. 477-491.
- BROCKMAN, J. (1995). *The Third Culture: Beyond the Scientific Revolution*, Nova York: Simon & Schuster.
- CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, J. B. e GUERRA, C. (2008). «Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”», *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 27-49.
- CASTELFRANCHI, Y. (2008). «Para além da tradução: o jornalismo científico crítico na teoria e na prática», in L. MASSARANI e C. POLINO (org.). *Los desafíos y la evaluación del periodismo científico en Iberoamérica*. Jornadas Iberoamericanas sobre la ciencia en los medios masivos. Santa Cruz de la Sierra: AEI, RICYT, CYTED, SciDevNet e OEA, v. 1, p. 10-20.
- FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA; AGÊNCIA NACIONAL DOS DIREITOS DA INFÂNCIA. (2009). *Ciência, Tecnologia & Inovação na Mídia Brasileira: Conhecimento gera desenvolvimento*. Relatório. Brasília: Agência Nacional dos Direitos da Infância.
- MANASSERO, M. A. e VÁZQUEZ, Á. (2002). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 20, n. 1.
- SNOW, C. P. (1959). *The Two Cultures and the Scientific Revolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SNOW, C. P. (1995). *As duas culturas e uma segunda leitura*. Trad. Geraldo Gerson de Souza e Renato de Azevedo Resende Neto. São Paulo: EDUSP.
- VÁZQUEZ, Á., MANASSERO, M. A. e ACEVEDO, J. A. (2005). «Quantitative Analysis of Complex Multiple-Choice Items in Science Technology and Society: Item Scaling». *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, v. 7, n. 1, p. 1-29.
- VÁZQUEZ, Á., ACEVEDO, J. A. e MANASSERO, 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*, p. 219-230. Aveiro: Universidade de Aveiro. Versión electrónica corregida y actualizada en *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*.
- VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A.; ACEVEDO, J. A. D. e ACEVEDO, P. R. (2008). «Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade», *Química nova na escola*, n. 27, p. 34-50.
- VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A. e TALAVERA, M. (2010). «Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología em uma muestra representativa de jóvenes estudiantes», *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 9, n. 2, p. 333-352.

LAS CIENCIAS EN EL AULA Y EL INTERÉS POR LAS CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS: UN ANÁLISIS DE LAS EXPECTATIVAS DE LOS ALUMNOS DE NIVEL SECUNDARIO EN IBEROAMÉRICA¹

Carmelo Polino *

SÍNTESIS: Las estadísticas educativas muestran que el problema de las vocaciones científicas es particularmente agudo en el caso de las áreas de las ciencias exactas y naturales y en ciertas ramas de las ingenierías. La preocupación ha llevado a que se plantee como urgente conocer las causas estructurales y subjetivas que influyen en esta tendencia. En el artículo que nos ocupa se difunden indicadores seleccionados de una encuesta aplicada a estudiantes de secundaria de varias ciudades de Iberoamérica. Se analiza el interés por las carreras científicas de las áreas de las ciencias exactas y naturales y, específicamente, por las profesiones científicas y las ingenierías como posibles opciones laborales. Además, se exploran los factores que condicionan el interés de los adolescentes para optar por las ciencias. De igual forma se repasan actitudes frente a las clases de ciencias y, por último, se incorpora un análisis de las actitudes frente a riesgos y beneficios de la ciencia y la tecnología y su introducción como tópicos en las aulas. En cada caso los indicadores presentados se contrastan con variables sociales y educativas de interés. Finalmente, en la discusión se plantea la necesidad de afrontar de forma coordinada los problemas de calidad educativa y de políticas de promoción de las carreras científicas.

Palabras clave: vocaciones científicas; clases de ciencias.

A CIÊNCIA NA SALA DE AULA E O INTERESSE PELOS CURSOS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS: UMA ANÁLISE DAS EXPECTATIVAS DOS ALUNOS DE NÍVEL MÉDIO NA IBERO-AMÉRICA

SÍNTESE: As estatísticas educativas mostram que o problema das vocações científicas é particularmente agudo no caso da área de Ciências Exatas e Naturais e em certas áreas da engenharia. A preocupação levou a que se suscite como urgente conhecer as causas estruturais e subjetivas que influem nesta tendência. No artigo que nos ocupa se difundem indicadores selecionados de uma pesquisa aplicada em estudantes de nível médio

¹ El presente artículo es una reelaboración y ampliación de un texto que próximamente publicará la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) en el volumen anual *El estado de la ciencia*.

* Integrante del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (Grupo REDES) y del Observatorio de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), OEI.

de várias cidades da Ibero-América. Analisa-se o interesse pelos cursos científicos das áreas de Ciências Exatas e Naturais e, especificamente, pelas profissões científicas e pela engenharia como possíveis opções de trabalho. Ademais, exploram-se os fatores que condicionam o interesse dos adolescentes que optam por Ciência. Da mesma forma, revisam-se atitudes ante as aulas de Ciência e, finalmente, incorpora-se uma análise da atitude perante os riscos e os benefícios da ciência e da tecnologia e sua introdução como tópicos em sala de aula. Em cada caso os indicadores apresentados são contrastados com variáveis sociais e educativas de interesse. Finalmente, na discussão, suscita-se a necessidade de se enfrentar de forma coordenada os problemas de qualidade educativa e de políticas de promoção dos cursos científicos.

Palabras-chave: vocações científicas; classes de Ciência.

SCIENCES IN CLASSROOM AND THE INTEREST IN SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL CAREERS. AN ANALYSIS OF HIGH SCHOOL EDUCATION STUDENTS EXPECTATIONS IN LATIN AMERICA

ABSTRACT: Educational statistics show that the problem of the scientific vocations is particularly acute in the case of the areas of natural sciences and in certain branches of engineering. The concern has been raised as urgent to know the structural and subjective causes that influence in this trend. In this article are disseminated selected indicators of a survey applied to high school students in several cities of Latin America. The interest in scientific careers is analysed in the areas of natural and exact sciences and, specifically, the science professions and engineering as possible occupational options. In addition we explore the contributing factors which make teens interest in opting for sciences. In the same way it looks at attitudes versus science lessons and finally incorporating an analysis of attitudes versus risks and benefits of science and technology and its introduction as topics in the classroom. In each case the presented indicators are contrasted with social and educational interest variables. Finally, in the discussion is mentioned the need to face in a coordinated way the problems of an educational quality and the promotion policy of the scientific careers.

Keywords: Scientific vocations, science classes.

1. INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevas generaciones a las tareas de investigación es una condición necesaria para la reproducción de las estructuras institucionales de educación superior, ciencia y tecnología. Y lo que es aun más importante, constituye un aspecto central de la agenda política de los países en la medida en que la disponibilidad de científicos e ingenieros es fundamental para atender los requerimientos de la economía y la sociedad del conocimiento: la atención a desafíos complejos y diversos, como el

cambio climático, la competitividad económica, la producción energética y alimentaria, la salud y otro tipo de necesidades sociales, dependen en buena medida de la fecundidad de la investigación, la tecnología y la innovación. Sin embargo, las estadísticas educativas muestran que el problema de las vocaciones científicas² es particularmente agudo en el caso de las áreas de las ciencias exactas y naturales y en ciertas ramas de las ingenierías, fuertemente asociadas por ejemplo con demandas concretas de la industria que hoy permanecen insatisfechas.

La agenda educativa y científica de Iberoamérica ha comenzado a reflejar la tendencia internacional de preocupación por el desinterés de los jóvenes en las carreras científicas. En el marco de la XVIII Cumbre Iberoamericana de Presidentes, celebrada en San Salvador en 2008, se declaró, por ejemplo, la necesidad perentoria de

[...] impulsar programas que promuevan la enseñanza de la ciencia y la tecnología de cara a propiciar el estímulo de vocaciones tempranas de las y los jóvenes hacia la ciencia con miras a garantizar la formación y transición de nuevas generaciones de investigadores, innovadores y científicos en nuestros países iberoamericanos (OEI, 2008).

Las Metas Educativas 2021 (OEI, 2010), convergentes con las estrategias del Espacio Iberoamericano del Conocimiento y el fortalecimiento de las capacidades de investigación en la región, se han propuesto el estímulo a

² Hago una utilización laxa o, más bien, coloquial del término *vocación*. Sin embargo, no desconozco que una utilización rigurosa, en tanto concepto sociológico, requeriría algunas aclaraciones, o discusión más detallada, respecto a su evolución histórica. A título referencial cabe recordar que el uso moderno de este término tiene origen en debates intelectuales del siglo XIX, donde la idea vocacional se confrontaba con el concepto naciente de profesionalización, el cual tomaba forma, precisamente, como parte de la configuración de los Estados modernos y de la necesidad de formar cuadros técnicos para la administración. Siguiendo a Tenti Fanfani (2005), que analiza la evolución histórica, las coyunturas y transiciones de este debate, se puede decir que una profesión puede ser entendida como el resultado de deliberaciones racionales que implican, además, la adquisición de competencias técnicas mediante un proceso especializado de formación. Desde esta óptica, profesión y vocación son términos antagónicos. En un sentido etimológico, vocación remite inmediatamente a una suerte de cualidad natural –o predeterminación– para realizar determinada cosa. Alguien que sigue «su» vocación no estaría haciendo otra cosa más que cumplir con un mandato que le excede y determina. La vocación sería, así, una suerte de «cualidad innata». En el ámbito educativo, la tensión entre vocación y profesión continúa, de hecho, vigente. En un trabajo cualitativo con profesores de ciencias de Buenos Aires (Argentina), pudimos constatar que tanto la profesión como la vocación conviven en el imaginario de los profesores: «El compromiso con la educación combina argumentos de responsabilidad personal, elección voluntaria de una profesión que los gratifica y, también, la convicción de que la docencia constituye un llamado que, como tal, debe ser cumplido» (OEI, 2011, p. 9). Las encuestas con docentes de varios países de América Latina también corroboran estas apreciaciones (TENTI FANFANI, 2008).

las profesiones científicas. El indicador 18 plantea la necesidad de aumentar el porcentaje de jóvenes que eligen una formación científica o técnica al finalizar sus estudios obligatorios y estipula como meta que esta proporción de estudiantes debería aumentar en un 10% para 2015 y duplicarse para 2021.

2. LA ENCUESTA A ESTUDIANTES IBEROAMERICANOS

La encuesta se aplicó entre 2008 y 2010 como parte del proyecto de investigación «Percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica», coordinado regionalmente por el Observatorio de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS) de la OEI, con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), y la participación y apoyo técnico-financiero de instituciones locales en cada uno de los países implicados en el proyecto³. El objetivo general consistía en obtener un panorama de situación acerca de la percepción que tienen los estudiantes de las profesiones científicas y tecnológicas y su atractivo como opción laboral; sobre la imagen de la ciencia y los científicos, y sobre la valoración que hacen los alumnos del aporte de las materias científicas para distintos ámbitos de la vida.

170

Se entrevistó a una muestra representativa de estudiantes de nivel medio de escuelas públicas y privadas en varias ciudades de Iberoamérica: Asunción (Paraguay), Bogotá (Colombia), Buenos Aires (Argentina), Lima (Perú), Madrid (España), Montevideo (Uruguay) y San Pablo (Brasil). Un total de 8.832 jóvenes respondieron la encuesta, distribuidos de forma proporcional entre las ciudades participantes⁴. El diseño general del estudio y los

³ Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo (Labjor) de la Universidade Estadual de Campinas y la Secretaria de Ensino Superior do Estado de São Paulo, Brasil; el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT); la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), y la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) de Uruguay. También desempeñaron un papel destacado en este aspecto las oficinas regionales de la OEI en Asunción, Buenos Aires y Lima. El proyecto tuvo, asimismo, la participación de instituciones e investigadores que con regularidad colaboran con la OEI: el Ministério da Educação y el Centro de Investigaçã o e Estudos de Sociologia (CIES.ISCTE) de Portugal; el Ministerio de Educación y Cultura de Paraguay; la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile; la Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, la Universidad de Oviedo y el Grupo Argo, de España; la Universidad del Valle, de Colombia, y la Universidade Federal de Minas Gerais y la Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) de Brasil.

⁴ Asunción: 1.248 alumnos de 1.º a 3.º año de la educación media; Bogotá: 1.199 estudiantes de 10.º y 11.º grado; Buenos Aires: 1.080 alumnos de 1.º a 3.º año del ciclo de polimodal (Gran Buenos Aires) y 3.º a 5.º año del secundario (Ciudad de Buenos Aires); Lima: 1.300 estudiantes de 3.º a 5.º año de secundaria; Madrid: 1.316 alumnos de 3.º y 4.º de la ESO y de 1.º y 2.º de bachillerato; Montevideo: 1.485 estudiantes de 4.º, 5.º y 6.º año de liceo, y San Pablo: 1.204 alumnos de 1.º a 3.º año de enseñanza media.

resultados completos pueden consultarse en un libro publicado recientemente por el Observatorio CTS de la OEI (POLINO, 2011).

En este artículo se difunden algunos indicadores seleccionados de una encuesta aplicada a estudiantes de secundaria de varias ciudades de Iberoamérica en el marco de un proyecto regional acerca de la percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica. Se analiza el interés por las carreras científicas de las áreas de las ciencias exactas y naturales y, específicamente, por las profesiones científicas y las ingenierías como posibles opciones laborales. Además, se exploran los factores que condicionan el interés de los adolescentes para optar por las ciencias y se repasan las actitudes frente a las distintas clases de ciencias.

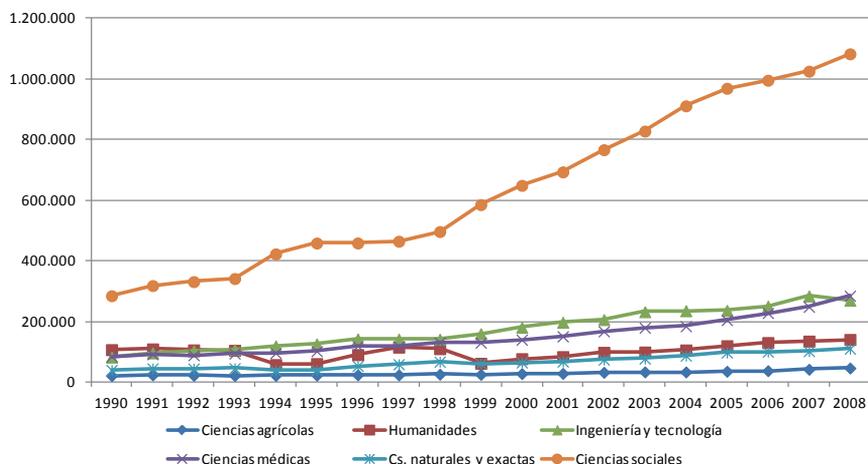
Por último se incorpora un análisis de las actitudes de los jóvenes frente a los riesgos y beneficios de la ciencia y la tecnología, comparándola con la visión de los adultos iberoamericanos entrevistados con anterioridad, así como con la discusión en clase de estos temas. En cada caso los indicadores presentados se contrastan con variables sociales y educativas de interés. Finalmente, en la discusión se plantea la necesidad de afrontar de forma coordinada los problemas de calidad educativa y de políticas de promoción de las carreras científicas.

3. LA ELECCIÓN DE CARRERAS CIENTÍFICAS DE LAS ÁREAS DE CIENCIAS EXACTAS, NATURALES E INGENIERÍAS

Las estadísticas educativas de Iberoamérica han registrado un incremento sostenido en el número de graduados universitarios. Sin embargo, los datos del período 1990-2008 sobre la evolución por área del conocimiento de nuevas matrículas y titulaciones de grado dejan al descubierto la preeminencia de las ciencias sociales (que, a su vez, tienen un área muy concentrada por el peso de la tradicional carrera de abogacía, las ciencias de la administración y de la información o comunicación). Se aprecia que

[...] la tendencia fuerte hacia las ciencias sociales en los titulados de grado se acompañó con un aumento en su participación respecto al resto de las áreas del conocimiento que fue del 50% al 56% (gráfico 1). Las ciencias exactas y naturales, así como las ciencias agrícolas (fuertemente asociadas con el perfil productivo de la región), en cambio, sufrieron disminuciones en la participación total (POLINO y CHIAPPE, 2011a, p. 13).

GRÁFICO 1
Evolución por área del conocimiento
de los titulados universitarios en Iberoamérica



FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

172

Una pregunta obligada es qué tipo de carreras interesan a los estudiantes iberoamericanos encuestados. En primer término, hay decir que prácticamente la totalidad de los alumnos entrevistados tiene el deseo de seguir estudiando cuando finalice la escuela secundaria⁵. En segundo lugar, la encuesta revela que las preferencias de estudio de los jóvenes son muy heterogéneas: muchos de ellos están pensando en cursos, especializaciones, oficios o carreras cortas para una inserción teóricamente rápida en el mercado de trabajo, pero también hay una proporción significativa que mencionó carreras universitarias⁶.

La distribución por área del conocimiento pone de manifiesto que las preferencias de los jóvenes acompañan las tendencias estadísticas regionales. Así, como en promedio más de la mitad de los títulos universitarios expedidos

⁵ Menos del 3% del total de casi 9.000 jóvenes declaró que no quería o no podría seguir estudiando. De todas formas, como señala Demellenne (2011) cuando revisa los datos específicos a la continuidad de estudios futuros de los alumnos entrevistados en esta encuesta, «Si bien estos datos reflejan un relativo optimismo hacia el futuro, las estadísticas en cuanto a matrícula de la enseñanza superior y universitaria demuestran que solo una parte de ellos va a cumplir con el deseo de seguir estudiando. Los filtros socioeconómicos y académicos van a impedir a una proporción muy importante continuar con sus estudios y, por ende, tener acceso a un mejor y más amplio proyecto de empleo o de vida. De esta forma los jóvenes se dividirán entre los que van a poder seguir estudiando por opción de vida y los que van a dejar de hacerlo por necesidad» (DEMELENNE, 2011, p. 41).

⁶ Dado que la pregunta era abierta (y que los jóvenes podían elegir hasta tres carreras de su interés), las respuestas posteriormente se clasificaron por área del conocimiento.

en Iberoamérica correspondió a las ciencias sociales, también los alumnos se decantan principalmente por las ciencias sociales entre las carreras de mayor atractivo: casi un tercio lo señala de esta forma (cuadro 1).

CUADRO 1
Opciones de estudio clasificadas por áreas de conocimiento

Áreas de conocimiento	Porcentaje de estudiantes
Ciencias exactas y naturales	2,7
Ingeniería y tecnología	18,2
Ciencias médicas	12,7
Ciencias agrícolas	0,6
Ciencias sociales	28,4
Humanidades	16,9
No sé	19,9
Total	100,0

FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

Las ingenierías y tecnologías, así como las humanidades, retienen el interés de alrededor de un 20% de los estudiantes en cada caso. Las ciencias exactas y naturales solo alcanzan el 2,7% y, finalmente, las ciencias agrícolas apenas fueron mencionadas. Para finalizar, debe decirse que una proporción importante de alumnos (cercana al 20% del total), más allá de indicar su deseo de continuar estudios universitarios, no precisó o dijo que no sabía qué tipo de carrera le gustaría seguir.

4. EL OFICIO DE CIENTÍFICO E INGENIERO

El interés central del proyecto –y por ende de la encuesta aplicada– consistía en determinar en qué rango era posible ubicar el interés de los jóvenes por las ciencias exactas y naturales y por las ingenierías como profesiones. Las carreras universitarias de interés son una primera forma de responder a la pregunta. Otra manera de hacerlo es mediante la consulta explícita respecto al potencial atractivo de una profesión científica. Para obtener información sobre este tema, el cuestionario planteaba dos estrategias de abordaje: en un primer momento se preguntaba a cada estudiante si le gustaría trabajar como científico o ingeniero. Esta pregunta incluía, además, otras dos profesiones: la medicina y la enseñanza. Dicha inclusión se hizo para que la comparación de los resultados obtenidos para las primeras profesiones estuvieran mejor calibrados. Las cuatro profesiones pueden considerarse «cercanas» y, en muchos sentidos, hasta superpuestas (por ejemplo, pensando en la medicina como ámbito de investigación y desarrollo y no solo como práctica profesional).

En un segundo momento, la indagación se trasladaba del plano individual al generacional. Mediante una pregunta dicotómica –es decir, polarizando las opiniones– se consultaba a cada alumno si consideraba que la ciencia era o no atractiva para los jóvenes de su generación. Se asumía que al pensar en términos de pares generacionales posiblemente hubiera una mayor cantidad de respuestas positivas (es decir, es posible que la ciencia no sea atractiva para mí, pero sí para otros jóvenes).

La evaluación desde el punto de vista personal permite decir que la profesión científica tiene un bajo grado de aceptación: en promedio, de los estudiantes entrevistados se identificó con ella solo el 10%, del cual, además, hay que recordar que una minoría podría tener interés concreto en las áreas de las ciencias exactas y naturales. Pero resulta pertinente señalar que este grupo de entrevistados es suficientemente homogéneo como tal. Dicha evidencia surge mediante la comparación de sus respuestas en distintos indicadores medidos en el cuestionario. Tienen, por ejemplo, respuestas consistentes respecto a variables que miden actitudes relacionadas con prácticas científicas: cuando valoran los factores que inciden en la elección de sus estudios futuros otorgan un peso mucho mayor que el resto de sus compañeros a cuestiones tales como la investigación, la producción de nuevos medicamentos, el desarrollo de terapias médicas o el cuidado del medio ambiente. Asimismo, tienen una valoración de las clases de ciencias de la escuela más acentuada que el resto, y de igual manera reconocen también en mayor grado el impacto de las clases de ciencias sobre sus posibles elecciones de estudios futuros.

174

Volviendo al bajo nivel en que se acepta el atractivo de la profesión científica, cuando esta respuesta se observa en relación con las ciudades, se aprecia que la media aritmética global está «algo inflada» por las respuestas de los jóvenes de Madrid. En esta ciudad, las respuestas positivas duplican al resto: alcanzan casi el 20%. En el resto de ciudades el tenor de las respuestas es parejo. La docencia se ubica en el mismo nivel de significación que la profesión científica, aunque otra vez Madrid (y en este caso también Buenos Aires) eleva el promedio (cuadro 2). Las variables sociodemográficas comprendidas en el estudio no parecen afectar la respuesta al atractivo de la profesión científica: ciudad, género, sector de la escuela (público-privado), tipo de educación (laica-religiosa), concentración de bienes o clima educativo del hogar (educación del padre y de la madre) no reflejan variaciones estadísticamente representativas. La estructura de las respuestas se modifica, sin embargo, mediante la consideración de una variable de comportamiento como los hábitos informativos sobre temas generales de ciencia y tecnología. Los estudiantes más habituados a informarse sobre estos temas tienen, asimismo, mayor predisposición a considerar la actividad científica como una profesión de interés.

CUADRO 2
Interés en ciertas profesiones
(en porcentajes)

Profesiones	Asunción	Bogotá	Buenos Aires	Lima	Madrid	Montevideo	San Pablo	Promedio global
Científico	8,7	11,7	6,8	10,2	18,0	8,2	8,2	10,4
Ingeniero	24,1	46,2	17,4	35,1	27,6	14,7	21,9	26,5
Médico	25,5	33,4	21,5	24,8	22,6	14,6	18,9	22,7
Profesor	9,2	11,0	20,7	10,5	25,3	9,4	8,2	13,2
Sin interés por ninguna de las cuatro profesiones	21,2	24,7	29,8	24,5	21,0	27,1	35,5	26,1
No sé	23,4		16,6	11,6	10,4	26,1	14,3	15,0

FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

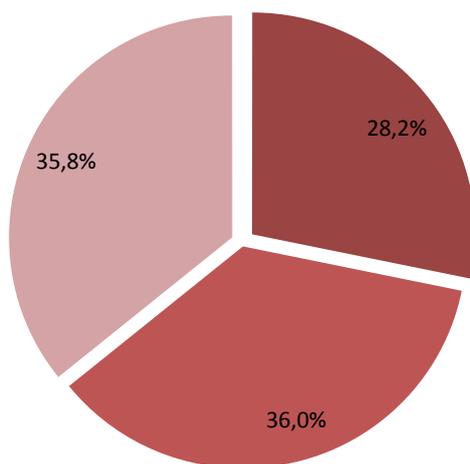
La ingeniería queda mejor posicionada en las preferencias de los jóvenes. En términos generales, algo más de un cuarto de la muestra se siente inclinado hacia esta profesión. La distribución es, sin embargo, asimétrica desde el punto de vista de las ciudades. Bogotá duplica el promedio global: allí casi la mitad de los alumnos manifestó su interés por las ingenierías. En Lima llega al tercio de los encuestados; Asunción y San Pablo representan básicamente el promedio, y, por último, Buenos Aires y Montevideo están por debajo del mismo. En esta oportunidad las variables sociodemográficas presentan comportamientos diferentes (cuadro 2). El género es la variable con mayor capacidad discriminante. Como han indicado otros estudios en el pasado, la ingeniería sigue siendo una opción preferentemente masculina. Las características estructurales de los hogares de procedencia de los jóvenes (nivel socioeconómico y educativo) también tienen alguna incidencia para destacar, aunque menos acentuada: entre los hogares socialmente más favorecidos hay una mayor proporción de jóvenes que desearían ser ingenieros. Pero el resto de las variables de base se comportan de igual forma que para el caso de la consideración de la profesión científica: tramo educativo (1.º, 2.º, 3.º año), sector del establecimiento (público-privado) y tipo de educación (laica-religiosa) no presentan variaciones suficientemente explicativas. Por último, y de igual forma que ocurre con la consideración de la profesión científica, el hábito informativo vuelve a tener una fuerte capacidad para discriminar las opiniones: la proporción de alumnos a los que les gustaría trabajar como ingenieros aumenta a medida que lo hacen las conductas de información.

El cuadro de análisis de esta pregunta se completa con la consideración de los jóvenes que dijeron que no sabían o que no les interesaba ninguna de las opciones profesionales presentadas. Por un lado, un cuarto de los alumnos dijo que no le gustaría trabajar ejerciendo ninguna de estas

profesiones, aunque en San Pablo y luego en Buenos Aires la proporción es del orden del tercio. Por otro lado, el 15% dijo que no sabía si estas profesiones podrían ser interesantes para su futuro. También en esta opinión hay comportamientos diferenciales entre ciudades: en este caso, Montevideo y Asunción registran valores cercanos al cuarto de quienes respondieron la encuesta (cuadro 2).

Al desplazar el eje de análisis al plano generacional se observa para el conjunto una estructura actitudinal subyacente de equilibrio sustancial entre las tres posiciones posibles de asumir en la respuesta a esta pregunta: del orden de un tercio de los estudiantes encuestados consideró que la profesión científica no es atractiva para los jóvenes de su misma edad; pero una proporción equivalente de alumnos expresó lo contrario, y casi el tercio restante declaró que no sabía cómo responder al respecto (gráfico 2).

GRÁFICO 2
Valoración del atractivo de la profesión científica
para los pares generacionales



- La ciencia ES una profesión atractiva para los jóvenes de mi edad.
- La ciencia NO es una profesión atractiva para los jóvenes de mi edad.
- No sé

FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

¿Qué variables sociodemográficas y educativas presentes en el estudio permiten cualificar el contenido de estas respuestas? Dicho en otros términos, ¿qué tipo de asociación existe entre estas actitudes y los hogares de procedencia, las escuelas a las que asisten los jóvenes, las conductas informativas, la valoración de las clases de ciencias, o sus ciudades de origen?

4.1 LOS HOGARES

En cuanto a los hogares de origen se observa una situación interesante: por una parte, lo que denominamos «clima educativo del hogar» no parece influir en el contenido de las respuestas ni a favor ni en contra de la valoración de las profesiones científicas. Sin embargo, parece existir una cierta influencia cuando se mira la economía familiar a partir de un indicador *proxy* llamado «concentración de bienes del hogar»⁷; en este caso se observa que la profesión científica tiende a ser más rechazada entre los jóvenes procedentes de los hogares económicamente más favorecidos.

4.2 LAS ESCUELAS

En cuanto al establecimiento educativo, cabe decir que no se constatan diferencias significativas: el patrón de respuestas entre los estudiantes del ámbito público y privado es el mismo. Algo similar, por lo tanto, ocurre haciendo la distinción entre escuelas laicas y religiosas. Sin embargo, en este caso se podría referir una cierta incidencia: mientras que 3 de cada 10 de los alumnos de las escuelas laicas rechazan el atractivo de la profesión científica, en las escuelas religiosas esta proporción alcanza a 4 de cada 10.

4.3 EL CONSUMO INFORMATIVO

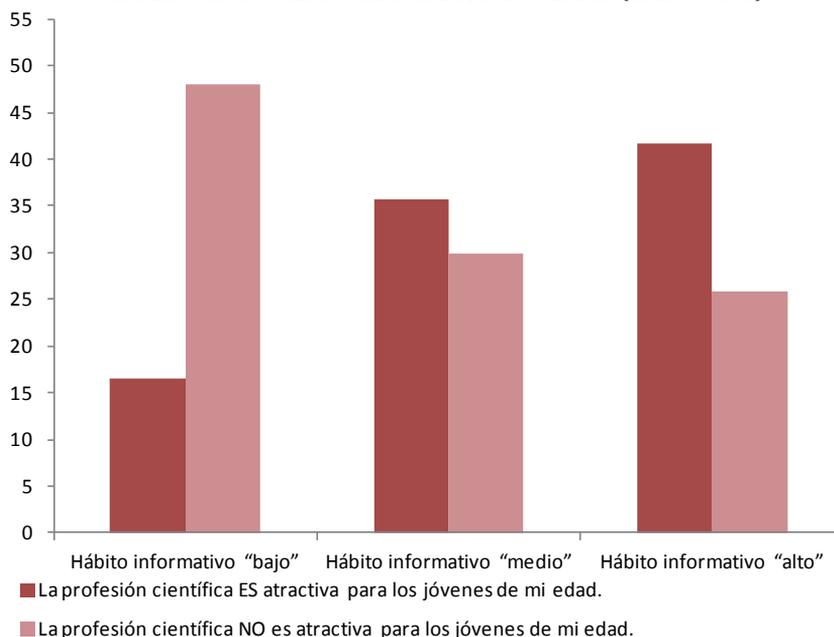
La estimación del índice ICIC⁸, que mide los hábitos informativos sobre ciencia y tecnología a partir de distintos medios y formatos, permite reconocer la existencia de diferentes actitudes entre los estudiantes al momento de valorar el atractivo de una profesión científica⁹.

⁷ El «índice de concentración de bienes del hogar» se constituyó con la suma simple no ponderada de la posesión (= 1) o no (= 0) de 16 bienes: calefón / termotanque, heladera, televisor, lavarropas, teléfono de línea, horno microondas, reproductor de DVD, computadora de escritorio, automóvil, aire acondicionado, conexión a internet, computadora portátil, filmadora digital, lavaplatos, TV de plasma, TV cable y/o satelital.

⁸ El índice ICIC mide el hábito declarado de consumo informativo a partir de las respuestas a 13 indicadores de la encuesta (POLINO, 2011). Para su cómputo, primero se estandarizó cada variable a fin de que sus valores oscilaran entre 0 (hábito informativo nulo) y 1 (máximo hábito informativo). Posteriormente, se generó una variable a partir del promedio no ponderado de respuestas a estas preguntas, cuyos valores van de 0 a 13, indicando el rango de fluctuación del índice ICIC, luego normalizado entre 0 y 1. A efectos de una mejor visualización y de facilitar el tratamiento de los datos, se pueden establecer segmentos que expresan distinto comportamiento informativo.

⁹ La capacidad discriminante del índice ICIC ya había sido probada en estudios previos (por ejemplo, FECYT, OEI, RICYT, 2009). Para una explicación y justificación metodológica ver POLINO y CASTELFRANCHI, 2011).

GRÁFICO 3
Valoración del atractivo de la profesión científica
en función del hábito informativo declarado (índice ICIC)



178

FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

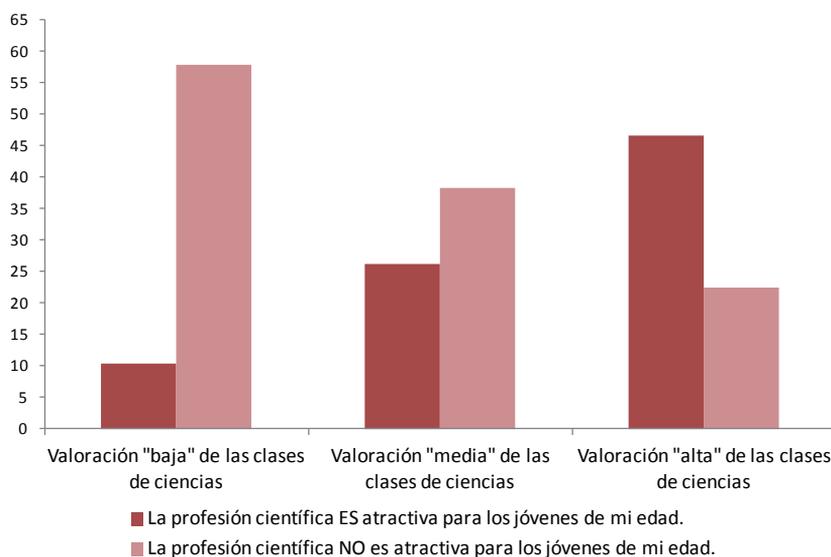
El gráfico 3 hace evidente que la probabilidad de que la ciencia sea valorada como profesión aumenta en la misma medida en que los estudiantes se declaran más informados. Lo opuesto también es cierto. Mientras que en el estrato alto el 40% cree que la ciencia es atractiva, esta proporción desciende al tercio en el rango medio y se ubica en el 15% para los más desinformados.

4.4 LAS CLASES DE CIENCIAS

De forma análoga al consumo informativo, la encuesta revela que ciertos indicadores que miden actitudes de los alumnos frente a las clases de matemática, química, biología o física tienen incidencia en la valoración del atractivo de la profesión científica¹⁰. De hecho, las variables de medición

¹⁰ Para este análisis también se construyó un índice llamado de «valoración de las clases de ciencias». Se trata de un constructo simple elaborado con los mismos criterios seguidos en la confección del índice ICIC. Reúne siete indicadores de actitudes posibles que expresan acuerdo o desacuerdo sobre el aporte de las materias científicas en distintos escenarios: «las asignaturas de ciencias son fáciles para mí»; «las clases de ciencias son interesantes para mí»; «las clases de ciencias aumentaron mi apreciación por la naturaleza»; «las cosas que aprendo en las clases de ciencias me ayudan en mi vida».

GRÁFICO 4
Atractivo de la profesión científica en función
de la valoración de las clases de ciencias



FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

179

de hábitos informativos, y aquellas que expresan valoración de las ciencias, presentan una asociación estadística positiva.

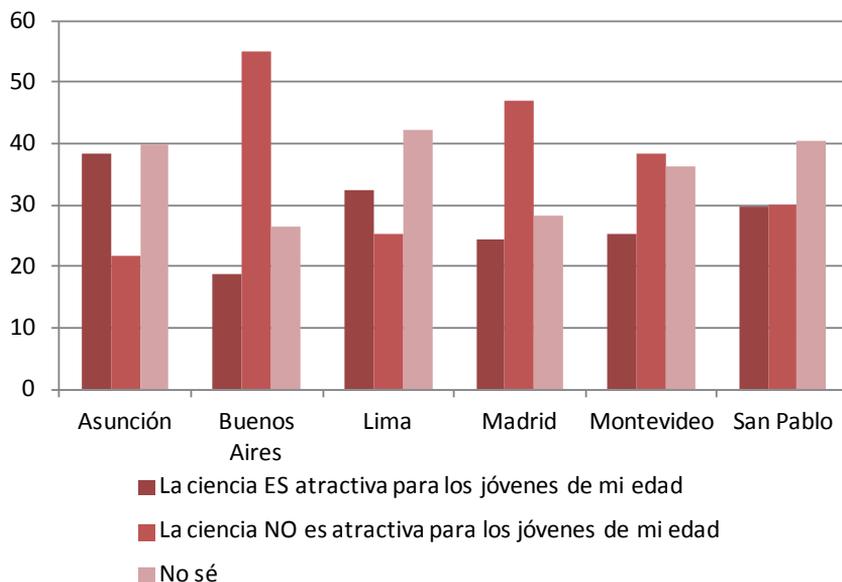
La profesión científica recibe una mejor valoración entre los estudiantes que a su vez más reconocen el aporte de las materias científicas de la escuela. Se observa, por ejemplo, que la ciencia es atractiva para casi la mitad de los alumnos del grupo «alta» valoración. Esta proporción decrece a la mitad en el estrato intermedio y cae casi otro tanto entre los estudiantes que menos valoran las clases de ciencias (gráfico 4).

4.5 LAS CIUDADES DE ORIGEN

La última variable de base a considerar introduce la comparación entre ciudades. Habíamos visto que en el promedio general los estudiantes se inclinan en igual proporción por la respuesta positiva (la ciencia es atractiva para sus pares generacionales), la negativa (falta de atractivo) y la ambivalencia o desconocimiento.

diaria»; «las clases de ciencias me han hecho pensar sobre cómo cuidar mejor mi salud»; «las clases de ciencias me han hecho pensar sobre cómo cuidar mejor el medio ambiente»; y «las clases de ciencias lograron aumentar mi gusto por los estudios». El índice ofrece tres segmentos de actitudes: «baja», «media» y «alta» valoración.

GRÁFICO 5
Valoración del atractivo de la profesión científica
según ciudad de procedencia



180

FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

La distribución por ciudades muestra, sin embargo, alguna asimetría en las respuestas. Los alumnos de Buenos Aires y Madrid aparecen como los más escépticos. En ambos casos, del orden de la mitad suscribe la falta de atractivo, superando por varios puntos la media global. En Asunción se encuentra, por otra parte, la mayor cantidad de respuestas positivas, seguida de Lima (gráfico 5).

5. LAS CLASES DE CIENCIAS

La imagen de los científicos y de la actividad científica son sin duda factores a los que hay que recurrir en la búsqueda de explicaciones para el bajo interés declarado en las carreras científicas y en la ciencia como profesión. Se puede argumentar que una visión negativa del papel de los científicos o una percepción distorsionada respecto a la función social de la ciencia podrían socavar el interés de los adolescentes. Sin embargo, las conclusiones que se pueden extraer de la encuesta difícilmente avalarían una línea argumentativa en aquella dirección. Si bien es cierto que, como se verá más adelante en este artículo, los estudiantes no tienen una actitud

ingenua respecto al impacto social de la ciencia y la tecnología, tampoco es menos adecuado afirmar que en su imaginario los científicos son profesionales prestigiosos cuya actividad se asocia a fines altruistas y de progreso social. En consonancia con los resultados de otros estudios de percepción social, los alumnos iberoamericanos destacan sobre los científicos los mismos rasgos positivos que predominan en representaciones habituales: pasión por la investigación, capacidades de pensamiento lógico y racional, mente abierta para el estímulo de nuevas ideas, etcétera¹¹.

Ahora bien, ¿cuál es la influencia que puede ejercer el contexto escolar en la probabilidad de que una profesión científica pueda ser elegida? Ante todo, no hay que perder de vista que esta pregunta solo puede responderse en la encuesta a partir de la visión subjetiva de los jóvenes. Una respuesta más comprensiva necesariamente debería incluir las valoraciones de otros agentes educativos (profesores, autoridades, etc.) así como la consideración de variables estructurales de los sistemas educativos. Para abordar este tema, el cuestionario incluía una pregunta de respuesta múltiple (hasta tres opciones) en la cual se señalaba un conjunto de factores que podrían desalentar la opción por una profesión científica.

El cuadro 3 ordena de forma descendente el peso de los distintos factores evaluados, tomando como referencia la última columna, que representa el promedio ponderado de las ciudades comprendidas en el estudio. Como se puede advertir en una primera lectura del cuadro, la distribución exhibe una distancia apreciable entre los factores propios del ámbito educativo y los relativos a las oportunidades, estabilidad o remuneraciones que podría ofrecer el mercado laboral, por un lado, o con algunas de las características que podrían asociarse a la actividad científica, por otro (estudio indefinido, regularidad de los horarios de trabajo). La preeminencia de los primeros no debería magnificarse puesto que, tratándose de adolescentes en etapa de escolarización, existía objetivamente una probabilidad más alta de que enfatizaran aquellos ítems que los interpelan de manera más directa a partir de la experiencia de vida (que en muchos sentidos es experiencia escolar).

Pensar en el mercado de trabajo futuro les exigía de por sí un ejercicio de abstracción mayor.

¹¹ Sin embargo, también conviene subrayar que una proporción significativa cree que los científicos tienen una mente superior al promedio. Como señalamos en otra oportunidad, «Esta valoración que tendencialmente podría considerarse como positiva refleja, no obstante, el predominio de otra visión estereotipada. Por este motivo es un resultado al que las políticas educativas y de promoción de las ciencias deberían prestarle atención: considerar a los científicos como seres excepcionales puede desalentar a muchos jóvenes a optar por las carreras científicas» (POLINO, CHIAPPE, CASTELFRANCHI, 2011, p. 113).

CUADRO 3
Factores que desalientan a los jóvenes
para elegir una profesión científica
(en porcentajes)

	Asun- ción	Bogotá	Buenos Aires	Lima	Madrid	Monte- video	San Pablo	Total
Dificultad de las materias de ciencias	55,1	46,8	66,6	51,4	72,5	78,9	47,3	60,7
Preferencia por otras salidas profesionales	60,3	47,3	54,6	40,1	46,4	47,2	70,7	51,6
Aburrimiento en las materias de ciencias	46,9	53,7	58,3	58,7	47,2	47,5	42,3	50,6
Desinterés por seguir estudiando indefinidamente	26,9	25,8	36,1	26,8	51,7	42,6	30,3	34,8
Pocas oportunidades de conseguir trabajo.	29,3	27,7	17,7	29,9	24,7	21,3	20,9	24,6
Preferencia de trabajo con horarios más regulares	17,9	14,5	12,2	15,9	6,5	7,9	12,1	12,2
Orientación de la ciencia hacia objetivos económicos	11,9	17,4	8,4	13,8	9,3	6,6	10,3	11
Ausencia de buenos salarios	6,9	10,8	9,3	12,4	11,1	5,7	6,5	8,9
Necesidad de irse del país para ser científico	11,1	9,5	6,8	12,3	4,2	11,3	3,7	8,6
Falta de estabilidad de los empleos en la ciencia.	8,1	10,4	4,9	13,3	5,2	5,1	4	7,3
Dificultad de hacerse famoso	6,9	10	4,8	7,7	3,1	2,6	6,5	5,8

FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

No obstante, la fuerza estadística y la coherencia comparativa hacen que no se puedan subestimar las respuestas de los jóvenes en relación con

su experiencia escolar: en todas las ciudades, la falta de atractivo se relaciona principalmente con la influencia del contexto escolar. En promedio, 6 de cada 10 señalaron que las materias científicas son difíciles de entender, mientras que la mitad también dijo que les parecen aburridas¹². La discriminación por ciudad muestra que Montevideo y Madrid tienen opiniones más enfáticas que el promedio en el caso de la evaluación de la dificultad (8 de cada 10 aproximadamente así lo manifiestan), y las proporciones disminuyen para Bogotá y San Pablo. En lo que respecta al aburrimiento, el dato es más parejo (quizás con la excepción de Lima, que supera por 10 puntos el promedio general). Las magnitudes de ambos factores indican, además, que una proporción significativa de los alumnos los señaló de forma combinada.

La propia encuesta releva otros datos que, siendo convergentes, refuerzan el sentido de estos hallazgos: las dos primeras preguntas del cuestionario solicitaban a los estudiantes que dijeran qué materias les gustaban más y cuáles menos. Se trató de preguntas abiertas que luego fueron codificadas. De su análisis emerge que las mayores dificultades se experimentan con asignaturas como física o matemáticas y, dependiendo de los años o países, también tienen peso otras asignaturas científicas como química, biología, o variantes de asignaturas de ciencias exactas y naturales. El cuestionario, además, incluía otra pregunta abierta en la que se pedía a cada estudiante que dijera por qué las materias elegidas eran las que más y menos le gustaban. Un análisis preliminar de esta información cualitativa pone de manifiesto que los jóvenes se pronuncian reiteradamente sobre la dificultad y la falta de adecuación de los contenidos a sus expectativas.

Otra mirada sobre las clases de ciencias de la escuela refiere a la utilización de nuevos recursos pedagógicos (apoyados en nuevas preguntas y tecnologías docentes), señalados en forma reiterada por los especialistas como fundamentales para una mejor pedagogía de las ciencias (GELLON y OTROS, 2005). Los alumnos iberoamericanos encuestados reconocen ampliamente la importancia de que sus profesores utilicen distintos recursos pedagógicos en clase. Sin embargo, cuando se contrasta dicha valoración con las actividades que los alumnos reconocen que se ponen en práctica, la distancia es considerable:

- Cuatro de cada 10 manifestaron que nunca, o casi nunca, se utilizan laboratorios o se hacen experimentos.
- Seis de cada 10 dijeron que nunca, o casi nunca, se utiliza una biblioteca.

¹² Es cierto que la búsqueda de otras alternativas de estudio y de actividad laboral es un factor importante (alcanza a la mitad de los encuestados); sin embargo, su preeminencia era esperada.

- La mitad dijo que nunca, o casi nunca, se utilizan computadoras o miran películas.
- Seis de cada 10 dijeron que nunca, o casi nunca, se preparan trabajos para ferias u olimpiadas científicas.
- Siete de cada 10 señalaron que nunca o casi nunca realizan viajes de estudios, visitas a laboratorios o instituciones científicas.

Solo algunos de estos indicadores se mantienen estables cuando se considera la ciudad de origen de las respuestas. Por ejemplo, no hay diferencias significativas respecto al uso de las bibliotecas: con la excepción de Asunción, donde los alumnos reconocen una utilización mayor. Tampoco existe una diferencia muy acentuada en la utilización de computadoras: quizás solo en Madrid y Montevideo, donde la utilización sería más frecuente que en San Pablo o Buenos Aires. Pero, por el contrario, la mayoría de estas variables está afectada por el origen geográfico. A título indicativo, y sin pretensión de exhaustividad, se pueden señalar algunas de estas diferencias: los jóvenes de San Pablo, por ejemplo, declaran una frecuencia de uso bastante menor que el resto respecto a laboratorios, experimentos y salidas de estudio, que aparecen como algo más frecuentes en Lima o Madrid. Lo mismo puede decirse sobre la preparación de actividades para ferias y olimpiadas de ciencias. En este indicador también Montevideo tiene un flojo desempeño. Sin embargo, los alumnos de esa ciudad están más habituados que el resto a la realización de experimentos.

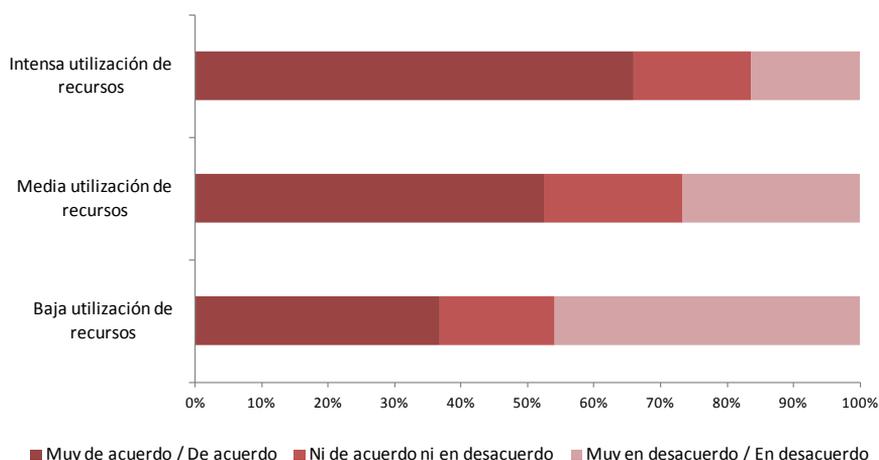
Los recursos pedagógicos a disposición de los alumnos son vitales, además, para el cumplimiento de la función catalizadora que tiene la escuela sobre las elecciones profesionales futuras. De hecho, así como Bourdieu y Wacquant (2008) advierten que los oficios se adquieren en buena medida por medio de modos de transmisión que son enteramente prácticos, por homología se puede admitir que las prácticas en las clases de ciencias son fundamentales para el desarrollo de una «mirada crítica» y la construcción de nociones acerca de la «ciencia en acción». La encuesta, de hecho, permite apreciar la existencia de una correlación interesante entre la intensidad en la utilización de recursos pedagógicos y la incidencia de las clases de ciencias sobre el futuro profesional. La agrupación en un índice¹³ de las variables relativas a los recursos que se utilizan en las clases de ciencias indica que

¹³ El índice sigue la misma y sencilla metodología de construcción que el índice de valoración de las clases de ciencias. Se ponderaron 10 indicadores relativos a la frecuencia en que en las clases de ciencias se utilizan bibliotecas y laboratorios; se realizan experimentos; se usan computadoras; se proyectan películas; se visitan museos o se hacen excursiones y viajes de estudio; se visitan laboratorios o instituciones de investigación científica; se habla sobre cómo la ciencia y la tecnología afectan a la sociedad; se preparan trabajos para ferias u olimpiadas de ciencias; o se emplean artículos periodísticos.

los alumnos que pertenecen a cursos más dinámicos y completos en cuanto a los formatos que sus profesores usan para enseñar ciencias, también son tendencialmente más proclives a mostrarse de acuerdo frente a la afirmación de que las clases de ciencias los ayudan a tener una mayor claridad respecto a sus estudios futuros (gráfico 6).

GRÁFICO 6

Nivel de acuerdo frente a la frase «las clases de ciencias me ayudan a tener más claridad sobre qué profesión me gustaría tener en el futuro» en relación con la intensidad de recursos utilizados en las clases de ciencias



FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

6. ACTITUDES FRENTE A RIESGOS Y BENEFICIOS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

La sociedad contemporánea está permeada por la constatación de que el riesgo, un producto del éxito de la modernidad industrial (BECK, 2008), define en buena medida las oportunidades, los desafíos y hasta los esquemas de pensamiento político. Por lo tanto, las instituciones científicas han transformado la representación social del riesgo, que se construye como consecuencia de los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana, en objetivo de política pública. El riesgo es concomitante con la emergencia de nuevas formas de discusión y representación política basadas en la retórica del diálogo y la participación ciudadana. Por estas razones, el riesgo y el involucrarse de la sociedad han pasado a transformarse en dimensiones de análisis clave en las encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología.

Debido a la importancia social y política del tema, la encuesta a los estudiantes incluyó un grupo de preguntas tendientes a evaluar cómo perciben los efectos de la ciencia y la tecnología en la configuración de las sociedades actuales, y en qué medida las actitudes de los adolescentes en edad escolar es congruente o no con la visión de los adultos participantes de la encuesta iberoamericana de 2007 (FECYT, OEI, RICYT, 2009).

En la encuesta iberoamericana implementada en 2007, la ponderación en paralelo de riesgos y beneficios permitía observar la existencia de tres segmentos de opinión definidos y políticamente relevantes: el grupo más numeroso estaba compuesto por personas que reconocían la importancia de ambas dimensiones. Casi la mitad de los encuestados remarcó que la ciencia y la tecnología producen y producirán en el futuro tanto riesgos como beneficios. El segundo grupo, compuesto por algo más de un tercio de la población, enfatizó los beneficios y minimizó los riesgos. Finalmente, un 15% se ubicó en el tercero de los segmentos actitudinales, representado por las visiones más escépticas: quienes consideraron que los riesgos del desarrollo científico-tecnológico son muchos comparados con los beneficios (gráfico 7)¹⁴. Un aspecto interesante de este análisis de correlaciones fue que las variables sociodemográficas como el género, la edad o el nivel educativo, así como otras construidas (como el nivel informativo) pusieron de manifiesto que no había diferencias substanciales entre los segmentos identificados. Dicho de otra forma, la encuesta no hubiera permitido afirmar, como a veces suele ocurrir, que las personas con menores niveles de instrucción o menos informadas sobre ciencia y tecnología tienden a reparar más en la existencia de riesgos que en los posibles beneficios¹⁵.

La dimensión de los efectos o impactos sociales de la ciencia y la tecnología también ha ido adquiriendo protagonismo en las instituciones educativas y, por lo tanto, el riesgo se ha transformado en tópico de discusión en las clases de ciencias. Aunque no disponemos de una serie histórica ni indicadores específicos respecto a la forma en que estos temas se han incorporado al currículo y cómo ha sido esta evolución, sí hay indicios de que en

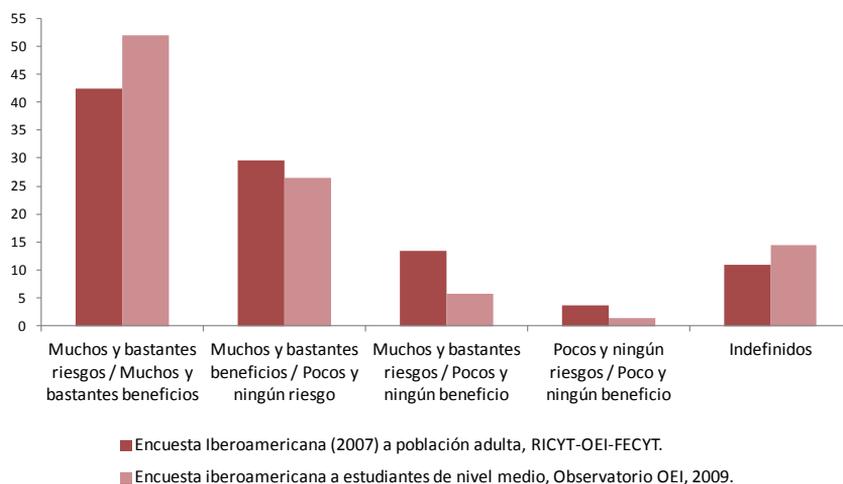
¹⁴ A efectos de completar las posibles actitudes asumidas frente a los riesgos y beneficios, hay que consignar que el segmento de personas que afirmó que la ciencia y la tecnología tenían pocos riesgos y también pocos beneficios, así como aquellos que por falta de información no expusieron una posición definida, no fue estadísticamente relevante.

¹⁵ Las preguntas sobre riesgos y beneficios se acompañaban de otras relativas a medir las actitudes sobre la participación ciudadana en ciencia y tecnología: en estos casos, los entrevistados mostraron un alto nivel de acuerdo frente a la idea de que la sociedad necesita más oportunidades para involucrarse en los asuntos públicos que afectan a la ciencia y la tecnología. La gran mayoría sostenía que los ciudadanos debían ser escuchados y que sus opiniones tenían que ser tenidas en cuenta. Estas preguntas, sin embargo, no fueron incluidas en la encuesta con los estudiantes.

la actualidad los profesores consideran que se trata de un tema de reflexión importante de la práctica docente (OEI, 2011), algo que los estudiantes encuestados ratifican con sus opiniones: un tercio de los alumnos reconoció que siempre o casi siempre sus profesores introducen temas acerca de cómo la ciencia y la tecnología impactan en la sociedad. La cifra alcanza a la mitad de los jóvenes si se incorporan los que afirman que eso ocurre solo de vez en cuando. Pero estos guarismos también dejan a la luz que para casi la otra mitad de los jóvenes el impacto de la ciencia y la tecnología no son temas de discusión en las aulas. Desde el punto de vista de las variables de base, se debe decir que no hay diferencias entre los distintos tramos educativos considerados, tampoco entre escuelas públicas o privadas o tipo de enseñanza (laica o religiosa).

GRÁFICO 7

Perfil de actitudes ante riesgos y beneficios de la ciencia y la tecnología Comparación de encuestas iberoamericanas



FUENTE: Encuesta iberoamericana a estudiantes de nivel medio. Observatorio-OEI (2009).

En cuanto a la valoración específica de riesgos y beneficios de la ciencia y la tecnología, la posición de los jóvenes es convergente con la estructura de perfiles de actitudes de la población adulta del estudio de 2007 (gráfico 7). Las únicas diferencias, aunque no sustantivas, son el hecho de que entre los estudiantes hay proporcionalmente menos pesimistas y algo más de posturas balanceadas que entre las personas adultas. Además, también entre los alumnos existe un grupo mínimamente más amplio de actitudes indefinidas.

7. CONCLUSIONES

Como toda encuesta descriptiva y, en muchos sentidos de carácter exploratorio, no pueden extraerse conclusiones taxativas. En virtud del universo encuestado, tampoco se pueden expandir los resultados obtenidos a los ámbitos nacionales respectivos de cada país. Dicha cautela no inhibe, sin embargo, la afirmación de que los indicios que emergen de la consulta tienen un peso suficiente como para señalar que la perspectiva adolescente marca debilidades relativas al ámbito de enseñanza.

Como se observó, la mayoría de los alumnos no tiene interés directo en el estudio de las ciencias exactas y naturales, aunque las ingenierías tengan una mejor aceptación. Tampoco la profesión científica resulta especialmente atractiva, aunque es importante recuperar la idea de que el conjunto de alumnos que sí valora la profesión científica es un grupo suficientemente homogéneo y con actitudes definidas. Por otra parte, el escaso atractivo de la profesión de científico es independiente de la imagen y de la valoración de los motivos de los investigadores para hacer su trabajo, puesto que los adolescentes encuestados asocian a los científicos con profesionales prestigiosos con una función social importante. Entre las causas que podrían estar incidiendo en las actitudes de rechazo, los alumnos destacan factores vinculados con la pedagogía y la educación en ciencias (antes que temas de acceso y estabilidad en el mercado laboral futuro). Esto incluye cuestiones relativas a dificultades para el aprendizaje, inadecuación de los contenidos respecto a las expectativas adolescentes y escasa utilización de recursos pedagógicos; todos elementos indispensables para el desarrollo de un temperamento crítico y una mejor apreciación de la dinámica de las prácticas científicas.

188

De todos modos, la encuesta también deja claro que la escuela cumple una importante función catalizadora: una mejor apreciación del aporte de las materias científicas para la vida, así como hábitos informativos más dinámicos, tienen incidencia en la conformación de actitudes más favorables respecto a la valoración del atractivo de las profesiones científicas. Desde el punto de vista de la ponderación de riesgos y beneficios, se podría decir que los jóvenes alumnos tienen una percepción suficientemente rica.

De la misma forma que la encuesta iberoamericana con población adulta ya había mostrado, los estudiantes también expresan confianza en la ciencia (y la tecnología). Aunque, sin embargo, dicha confianza no es absoluta y, más bien, no anula la capacidad de percibir los riesgos inherentes al desarrollo científico y tecnológico. El balance de posiciones apunta hacia el hecho de que los alumnos no parecen «fanáticos entusiastas» ni tampoco «pesimistas extremos»: más bien «críticos confiados». Por eso se podría hablar de jóvenes políticamente más maduros de lo que muchos analistas podrían haber esperado.

8. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta encuesta –la primera con estas características en Iberoamérica– requieren, por una parte, mayores profundizaciones mediante nuevas asociaciones y estudios. Pero uno de los puntos de partida necesarios es el reconocimiento de que la promoción de las carreras científicas requiere una convergencia más amplia entre las políticas de ciencia y educación. Es cierto que el futuro de la ciencia, y de las posibilidades de que esta cumpla con su función social, depende de que las instituciones educativas y de investigación estén en condiciones de reclutar nuevas camadas de científicos e ingenieros. Pero no alcanza únicamente con la formulación de políticas de promoción, al menos si se quiere ampliar la base social con acceso a la formación en ciencias. En función de la enorme importancia de la escuela media, se requiere la mejora de las condiciones educativas básicas.

La calidad educativa es un desafío que enfrenta Iberoamérica: la evolución de los sistemas educativos, originariamente pensados como paradigmas de integración y movilidad social, plantean hoy varias encrucijadas críticas. Las Metas Educativas 2021 (OEI, 2010) dejan en claro que, aun considerando las significativas diferencias entre países, o entre distritos y regiones en el interior de cada país, hay problemas de amplio calado compartidos, especialmente, por los países de América Latina. Entre ellos cabe destacar cuestiones relativas a la debilidad de los Estados para intervenir, los desequilibrios entre la educación pública y privada, o los problemas de deserción y exclusión, asociados a los impactos que las transformaciones y los desequilibrios sociales tienen en el contexto escolar. De igual manera, la educación se enfrenta a retos con respecto a su propia identidad y función social: desafíos de autoridad pedagógica, de formación y actualización docente, de relación entre los distintos segmentos educativos (con especial referencia a la vinculación entre la educación media y la universitaria), de articulación con las necesidades del mercado de trabajo y de comprensión de las culturas juveniles. A ello hay que agregar una crisis de infraestructura y equipamiento, muy acentuada en algunos países. Como indica López (2011), los adolescentes escolarizados representan uno de los desafíos más complejos de los sistemas educativos de Iberoamérica:

Esa complejidad se traduce, entre otras cosas, en carreras educativas truncadas, bajos aprendizajes y diversas formas de violencias, frustraciones, desencantos y fracasos. El proceso de enseñanza y aprendizaje de cada una de las disciplinas –y entre ellas las ciencias– se da en el marco de un clima enrarecido, frente al cual los docentes carecen de recursos adecuados para poder cumplir con sus objetivos (LÓPEZ, 2011, p. 21).

Como hemos señalado en otra oportunidad, este es el telón de fondo sobre el cual hay que proyectar algunos de los temas que conciernen a la promoción de las carreras científicas entre los adolescentes. Más allá de que es necesario que un país tenga virtudes institucionales que hagan atractiva la profesión científica para los jóvenes, no se puede dejar de reconocer que la formación en ciencias e ingenierías está atada a la suerte de la educación media en su conjunto (POLINO y CHIAPPE, 2011a, p. 17). En síntesis, las disposiciones subjetivas tanto de los jóvenes y los profesores como de otros agentes del sistema educativo tienen que ser contrapuestas con las condiciones estructurales que afectan el desarrollo de la práctica docente y de la enseñanza. O, dicho de otra forma, la calidad educativa es tanto de contenido como de institucionalidad. Las políticas de promoción de las carreras científicas requieren la actuación coordinada en ambos frentes.

BIBLIOGRAFÍA

- BECK, U. (2008). *La sociedad del riesgo global mundial. En busca de la seguridad perdida*. Barcelona: Paidós.
- BOURDIEU, P. y WACQUANT, L. (2008). *Una invitación a la sociología reflexiva*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- DAZA, S. (2011). «Imagen de la ciencia y la tecnología entre los estudiantes iberoamericanos», en C. POLINO (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.
- DEMELENNE, D. (2011). «Los jóvenes y sus estudios futuros», en C. POLINO (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.
- EUROPEAN COMMISSION (2004). *Europe needs more scientists*. Report by High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe Bruselas: European Commission, Directorate-General for Research.
- FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA (FECYT), ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (OEI) y la RED DE INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (RICYT) (2009), *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*. Madrid: FECYT.
- GELLON, G. y OTROS (2005). *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Paidós.
- LÓPEZ, N. (2011). «Los adolescentes en el aula. Notas para abordar un complejo desafío», en C. POLINO (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.
- NATIONAL SCIENCE BOARD (NSB) (2008). *Science and Engineering Indicators 2008*. Arlington, VA: National Science Board, National Science Foundation. Disponible en: www.nsf.gov.

gov/statistics/seind08/.

- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (2006), *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies. Policy Report*.
- ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (OEI) (2008). «Declaración de El Salvador». XVIII Cumbre Iberoamericana. Disponible en: www.oei.es/xviiiicumbredec.htm.
- (2010). *Metas Educativas 2021. La educación que queremos para la generación de los bicentenarios*. Madrid: OEI-CEPAL-Secretaría General Iberoamericana.
- (2011). «Enseñanza y elección de carreras científicas en las áreas de ciencias exactas, naturales e ingenierías. La perspectiva de los profesores de educación media», en C. POLINO (coord.) y D. CHIAPPE, *Papeles del Observatorio N.º 4*. Buenos Aires: Observatorio de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. Disponible en: www.observatoriocts.org/files/informe%20final%20profesores_2010_Maquetaci%C3%B3n%201.pdf.
- POLINO, C. (comp.) (2011). *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.
- y CASTELFRANCHI, Y. (2011). «Informedness about and Attitudes to Science and Technology in Iberoamerica», en M. BAUER, R. SHUKLA, N. ALLUM (eds.) *The Culture of Science: How does the Public relate to Science across the Globe?* Londres, Nueva York: Routledge.
- POLINO, C. y CHIAPPE, D. (2011a). «Introducción: los jóvenes, las carreras científicas y los dilemas de la educación media», en C. POLINO (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.
- POLINO, C., CHIAPPE, D. y CASTELFRANCHI, Y. (2011). «Ciencias e ingenierías en el imaginario profesional de los estudiantes», en C. POLINO (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.
- (2011b). «Metodología», en C. POLINO (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.
- TENTI FANFANI, E. (2005). *La condición docente. Análisis comparado de la Argentina, Brasil, Perú y Paraguay*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- (comp.) (2008). *Nuevos temas en la agenda de la política educativa*. Buenos Aires: UNESCO/ IIEP Sede Regional Buenos Aires y Siglo XXI.
- VÁZQUEZ, A. (2011). «Los estudiantes y las materias científicas en la escuela», en C. POLINO (comp.), *Los estudiantes y la ciencia. Encuesta a jóvenes iberoamericanos*. Buenos Aires: Observatorio CTS, OEI. Disponible en: www.oei.es/salactsi/libro-estudiantes.pdf.

COMUNIDAD DE EDUCADORES IBEROAMERICANOS PARA LA CULTURA CIENTÍFICA. UNA RED PARA LA INNOVACIÓN

Mariano Martín Gordillo*

Carlos Osorio**

SÍNTESIS: Desde 2009 está en marcha la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica (CECC)¹, una iniciativa impulsada por el Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI² en la que se integran docentes iberoamericanos que comparten el interés por promover la cultura científica en el ámbito educativo y el deseo de introducir nuevas estrategias didácticas. En este artículo se presentan algunos antecedentes que explican la conformación de esta comunidad, se describen las características de los materiales didácticos que se comparten en ella y se analizan algunos datos relevantes sobre su uso en las aulas. Todo ello mediante un trabajo de colaboración en red enmarcado en el horizonte del proyecto Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios³ y orientado al fortalecimiento de la cultura científica en Iberoamérica.

Palabras clave: comunidad de educadores; cultura científica; formación docente; materiales educativos.

COMUNIDADE DE EDUCADORES IBEROAMERICANOS PARA A CULTURA CIENTÍFICA. UMA REDE PARA A INOVAÇÃO

SÍNTESE: Desde 2009 está em funcionamento a Comunidade de Educadores Iberoamericanos para a Cultura Científica (CECC), uma iniciativa promovida pelo Centro de Altos Estudos Universitários da OEI, na qual se integram docentes iberoamericanos que partilham o interesse por promover a cultura científica no âmbito educativo e o desejo de introduzir novas estratégias didáticas. Neste artigo se apresentam alguns antecedentes que explicam a conformação desta comunidade, descrevem-se as características dos materiais didáticos que se compartilham nela e se analisam alguns dados relevantes sobre seu uso nas aulas. Tudo isso mediante um trabalho de colaboração em rede, incluído no horizonte do projeto Metas Educativas

* Profesor en el Instituto de Educación Secundaria (ies) n.º 5 de Avilés, España.

** Profesor de la Universidad del Valle, Cali, Colombia.

¹ <http://www.oei.es/cecc/index.html>.

² <http://www.oei.es/caeu.php>.

³ <http://www.oei.es/metas2021>.

2021: a educação que queremos para a geração dos Bicentenários e orientado ao fortalecimento da cultura científica na América ibérica.

Palavras-chave: comunidade de educadores; cultura científica; formação docente; materiais educativos.

IBERO AMERICAN EDUCATORS COMMUNITY FOR SCIENTIFIC CULTURE. A NETWORK FOR INNOVATION

ABSTRACT: Since 2009 is running the Ibero-american educators community for Scientific Culture, an initiative promoted by the Higher University Studies Centre of the IEO in which they integrate Ibero American teachers who share a common interest in promoting scientific culture in the field of education and the desire to introduce new teaching strategies. This article presents some background that explains the formation of this community, describes the features of teaching materials that are shared in it and will discuss some relevant data on its use in the classroom. All of this through a collaborative networking framed in the horizon of the project Educational Goals 2021: the education we want for the generation of the Bicentennial, and geared toward strengthening the scientific culture in Ibero America.

keywords: educators community; scientific culture; teacher training; educational materials

1. PRESENTACIÓN

Se cumplen en este mes de abril de 2012 tres años de la puesta en marcha del proyecto de divulgación de la ciencia y la tecnología que condujo a la iniciativa para la construcción de la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica (CECC). Han sido tres años de un trabajo en colaboración muy rico que permitió elaborar, por un lado, gran cantidad de material divulgativo en temas de ciencia y, por otro, herramientas didácticas variadas que, a disposición de miles de educadores de los países iberoamericanos, generaron las condiciones para la puesta en marcha de una inmensa red de docentes, quienes con su iniciativa, inteligencia y entrega a su quehacer, han ido tejiendo una nueva forma de entender la educación y, en general, la cultura científica.

El proyecto de divulgación científica se orientó desde sus comienzos a la utilización de contenidos de los medios de comunicación con el fin de incrementar la cultura científica de la ciudadanía y, especialmente, permitir el uso de esos contenidos en contextos formales e informales de educación. El proyecto respondía al proceso que, como antesala de la década de los bicentenarios de la independencia de la gran mayoría de los países iberoamericanos, se estaba gestando alrededor de las «Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios», impulsadas por una decisión, que cabe calificar de histórica, de los ministros

de educación iberoamericanos reunidos en la XVIII Conferencia Iberoamericana de Educación (Sonsonate, El Salvador, mayo de 2008) y cuya gesta se había originado a partir de las XV y XVI Cumbres Iberoamericanas de Jefes de Estado y de Gobierno.

En este artículo se presentan algunos resultados que muestran el camino recorrido desde el proyecto de divulgación científica hasta la construcción de la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica. Veremos inicialmente los antecedentes inmediatos de la conformación de la comunidad, como es el caso de las diversas iniciativas de la Red Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) promovida por la OEI, para luego centrarnos en el tema de los materiales del proyecto de divulgación científica, en la descripción de su estructura, intencionalidad, organización y presentación de los títulos de los materiales, cerca de trescientos, disponibles hasta ahora. A esta presentación se suma otro apartado, el del uso de dichos materiales, en el que se consignan algunos datos relevantes que muestran la magnitud del proyecto, así como unas breves referencias a los alcances de la utilización de los mismos. Así se concluye con el tema central que nos reúne, la construcción de una comunidad, su sentido de trabajo en red, la potencia que de ella se genera para fortalecer la cultura científica de la región iberoamericana.

2. ANTECEDENTES

La construcción de la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica tiene sus antecedentes en el Curso Experimental para la Formación de Docentes en el Enfoque CTS para profesores de educación secundaria, llevado a cabo por la OEI desde 2001. Supervisado y acreditado juntamente con la Universidad de Oviedo, inició su primera promoción con educadores de El Salvador y se extendió rápidamente a los países de la región mediante convocatorias virtuales permanentes. A través de las numerosas promociones se formaron más de 3.000 docentes, con base en una estructura de programa que incluía una conceptualización acerca de la naturaleza y las relaciones entre el conocimiento científico-tecnológico y la sociedad. El curso incluía un componente didáctico centrado en la aplicación de casos simulados de educación CTS, los cuales favorecen la participación de los estudiantes en el aula a partir de controversias sobre temas relacionados con la salud, el medioambiente, el transporte, la energía, la alimentación, el urbanismo, el deporte y la relación TIC y educación, entre otros.

Llevado a cabo íntegramente en la modalidad virtual, todo este proceso de formación se desarrolló a través de un campus y fue comple-

mentado con un conjunto de herramientas que facilitaron una gran interacción entre los participantes. Asimismo, se utilizaron foros, en la misma modalidad, cuyos temas se orientaban hacia cuestiones críticas y valorativas sobre la relación entre el conocimiento científico y la sociedad, además de los aspectos pedagógicos de la educación CTS, por ejemplo: foros acerca de las implicaciones educativas relacionadas con la presencia de una imagen tradicional o heredada de la ciencia; las implicaciones de la dimensión artefactual y cognitiva de la tecnología en el contexto escolar; cuestiones de política de la ciencia y sus implicaciones en el aula; cuestiones valorativas en torno a la actividad científica y tecnológica, especialmente la discusión ética a partir de problemas como la clonación, los organismos genéticamente modificados, los problemas ambientales, etc.; así como foros enfocados a las cuestiones metodológicas de la educación CTS, desde el manejo de las didácticas hasta el planteamiento de objetivos y contenidos de un curso CTS, entre muchos aspectos.

El curso, al que también ingresaron numerosos profesores universitarios de Iberoamérica, se construyó con el apoyo de una red temática de ciencia, tecnología, sociedad e innovación (CTS+I), apoyada por la OEI y coordinada académicamente por José A. López Cerezo, desde 1999. Algunos de los investigadores de países de la región que participaron en esta red no solamente tuvieron relación con el curso de educación CTS, sino que también fueron parte de otro conjunto de iniciativas de los estudios de CTS+I, tales como los cursos de periodismo científico, desde 1998; las cátedras interuniversitarias CTS+I en países como Argentina, Colombia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, México, Panamá, Perú y Uruguay; el Curso de Especialista «Ciencia, tecnología, sociedad e innovación», también a través de internet y acreditado por la OEI y la Universidad de Oviedo, el cual evolucionó posteriormente hacia un Programa Oficial de Posgrado en Estudios Sociales de la Ciencia, realizado en colaboración entre las universidades de Salamanca y Oviedo. A este conjunto de acciones habría que agregarle otras, como las publicaciones seriadas en el tema CTS+I; los numerosos encuentros CTS, entre los que cabe mencionar el Taller de Estudios Sociales de la Ciencia (Camagüey, Cuba, noviembre de 1999); la Cátedra Sánchez-Mazas (Bilbao, primavera del 2000); el I Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y la Tecnología (Morelia, México, septiembre de 2000); la Conferencia Internacional de Filosofía de la Ciencia y de la Tecnología (Barranquilla, Colombia, septiembre de 2001); el II Congreso Iberoamericano de Filosofía de la Ciencia y la Tecnología (La Laguna, España, septiembre de 2005); el XI Seminario de Gestión Tecnológica ALTEC (Salvador de Bahía, Brasil, octubre de 2005); o el Primer Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación (México DF, junio de 2006) (TOSCANO, 2009).

A lo largo de todas estas iniciativas, el tema de la educación CTS siempre estuvo presente, lo que ha contribuido con el proceso de conformación de un campo académico apoyado por numerosos investigadores de los países de la región, así como de experiencias, resultados e iniciativas diversas. Por ejemplo, en el nivel secundario el tema logró insertarse en reformas educativas, como en los casos de Uruguay y México, en este último como CTS y valores. En otros países, como Colombia, el enfoque CTS formó parte de los lineamientos curriculares definidos por el Ministerio de Educación para las áreas de ciencias naturales y de educación en tecnología. En el contexto universitario, además de la creación de algunos posgrados en la región (casos de México, Cuba, Argentina, Colombia, España, entre otros), el tema ha calado igualmente en cursos de formación insertados en el currículum de carreras como sociología, comunicación e ingeniería, por citar unos pocos casos. En particular se han logrado experiencias que cuentan con una trayectoria para la formación de ingenieros en universidades como el Instituto Politécnico Nacional (México, DF), la Universidad Federal de Santa Catarina (Florianópolis, Brasil), la Universidad del Valle (Cali, Colombia) y el Instituto Tecnológico Metropolitano (Medellín, Colombia). Dichos cursos involucran las preocupaciones sobre las consecuencias de la ciencia y la tecnología en la sociedad, así como el análisis del modo en que los diversos factores sociales y culturales influyen o participan en la producción y cambio del conocimiento científico y tecnológico.

A estos resultados, vistos desde una perspectiva institucional, habría que agregar otros, los más numerosos y silentes. Se trata de las múltiples expresiones didácticas, proyectos de aula, secuencias de aprendizaje, experiencias educativas diversas que han realizado los docentes de Iberoamérica, muchos de los cuales conforman la actual CECC. Tales experiencias, captadas a lo largo de las diversas ediciones del curso de educación CTS, constituyen un acervo de iniciativas que validan la existencia de una comunidad académica en la educación CTS y sientan las bases para la existencia de la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica.

3. LOS MATERIALES DEL PROYECTO

Halla, sintetiza, busca, define, clasifica, selecciona, demuestra... son los imperativos de verbos propios de la dimensión conceptual y procedimental en la enseñanza de las ciencias que aluden a actividades valiosas y que, por tanto, aparecen cotidianamente en las actividades con las que los alumnos son evaluados individualmente en las aulas.

Sin embargo, el trabajo real de los científicos pocas veces es solitario y solo en parte consiste en escribir sobre lo que se investiga. El trabajo científico se lleva a cabo habitualmente en equipo y, en general, en colaboración en proyectos, muchas veces interdisciplinarios, cuyo desarrollo requiere la realización de actividades muy diversas. Cooperar, valorar, explicar, justificar, presentar, dialogar, defender, confrontar, convencer, difundir... son verbos que están relacionados con la actividad científica real y también con las competencias que requiere el ejercicio de la ciudadanía en nuestras sociedades. Por eso no deberían estar ausentes en la vida cotidiana de las aulas.

Una educación para la cultura científica debe servir, sin duda, para que los alumnos conozcan las claves que permiten entender el mundo en que vivimos y manejarse en él. Pero también debe contribuir al desarrollo de las destrezas que les permitirán valorarlo y que les capacitan para enjuiciar las consecuencias y las disyuntivas que surgen con el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Aprender a valorar es aprender a interrogarse sobre el valor de las cosas y las acciones humanas. Y tales preguntas no son menos importantes en relación con la ciencia y la tecnología.

Aprender a conocer, a manejar y a valorar lo relacionado con el desarrollo tecnocientífico en el mundo actual son, por tanto, finalidades que deben estar presentes en una educación para la cultura científica (MARTÍN GORDILLO, 2006a). La alfabetización científica en el siglo XXI no puede limitarse únicamente a lo conceptual o a lo procedimental. Debe incluir también las competencias relacionadas con el intercambio dialógico y la participación, con la evaluación y confrontación de los intereses y valores presentes en las decisiones relacionadas con el desarrollo tecnocientífico. Por ello, es importante que los ámbitos escolares, como espacios naturales de cualquier alfabetización ciudadana, reserven tiempos no solo para la enseñanza de los conceptos y procedimientos sobre los diversos temas científicos, sino también para el aprendizaje de esas competencias dialógicas necesarias para la participación ciudadana en las decisiones relacionadas con ellos.

El trabajo en colaboración, el desarrollo de proyectos, la organización de espacios para el debate y la simulación de controversias pueden ser herramientas útiles para aprender a conocer, pero son especialmente importantes cuando de lo que se trata es también de aprender a valorar y a participar. Por eso, la inclusión de estos fines en la educación para la cultura científica requiere la implementación de nuevas estrategias de trabajo en el aula y el diseño de materiales didácticos orientados hacia una educación en la que el aprendizaje conceptual se concilie con esos otros fines tradicionalmente postergados.

Estos presupuestos son, precisamente, los que orientan el diseño de los materiales didácticos compartidos por la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica.

Por la actualidad y relevancia de los temas que tratan, por la claridad formal en el modo de abordarlos y por su capacidad de persuasión, los medios de comunicación pueden ser excelentes aliados para favorecer ese tránsito hacia una nueva forma de entender el trabajo en el aula a través de materiales didácticos sensibles a esa idea de la cultura científica vinculada con la educación para la ciudadanía. El periodista ha de ser claro, ameno y conciso, virtudes siempre bienvenidas en los entornos de aprendizaje. Pero el buen periodista debe ser, además, matizado, riguroso y capaz de integrar, distinguiéndolos, los aspectos informativos y los valorativos en los contenidos con los que trabaja.

La cultura científica es, por tanto, un ámbito en el que los medios de comunicación y la escuela tienen excelentes oportunidades de encuentro. Alfabetizar a los ciudadanos, también en el ámbito de la ciencia y la tecnología, es un propósito central de la educación escolar. Facilitar información y perspectivas de análisis, también en relación con los avances de la ciencia y la tecnología, es una finalidad primordial de los medios de comunicación, especialmente de la prensa escrita. Por tanto, los documentos periodísticos, cuando son rigurosos y están bien organizados, son un buen referente para el aprendizaje de una cultura científica atenta a las cuestiones del presente y abierta a los retos que esperan a los ciudadanos del futuro.

Por fortuna, los periodistas no son nada disciplinados al elegir los temas de ciencia y tecnología sobre los que preparan sus documentos periodísticos. Es decir, no se preocupan de que en sus trabajos queden claras las fronteras entre la física, la química, la biología o las matemáticas, como hace el currículo escolar. De hecho, apuestan más por lo fronterizo y son muchas veces apátridas disciplinares. Eso está bien, porque la realidad de la ciencia actual, y sus relaciones con la sociedad o el medio ambiente, no se define según los criterios de separación de las disciplinas escolares.

En todo caso, entre la saludable indisciplina epistemológica del periodismo científico y las fronteras cerradas de las asignaturas escolares, es posible encontrar criterios temáticos que faciliten al profesor la selección de los documentos periodísticos con valor para su uso educativo.

Por ello, para la organización de los materiales didácticos en la CECC se han establecido siete contenedores temáticos que pueden servir para la selección educativa de materiales periodísticos relacionados con la cultura científica. A modo de ilustración, tras la presentación de esos siete

contenedores temáticos, se enuncian los títulos originales de los documentos periodísticos utilizados en el diseño de materiales didácticos disponibles hasta ahora.

3.1 LOS RETOS DE LA SALUD Y LA ALIMENTACIÓN

En este primer contenedor tienen cabida reportajes, artículos de opinión, entrevistas o noticias en torno a cuestiones relacionadas con la investigación biomédica, la farmacología, la prevención de enfermedades, los hábitos alimentarios y de consumo o las cuestiones globales relacionadas con la producción de los alimentos.

200

Lepra: el enfermo imaginario
Los ¿mitos? de Coca-Cola
Un oasis en pleno desierto
Transgénicos
Virus. ¿Podrán con nosotros?
Europa planea acelerar la vacuna del H1N1 contra el parecer de la OMS
Sombras inútiles de la peste
Comer mal es peor que fumar
El elixir del eterno crecimiento
El canal de Panamá: La tecnología al servicio de la salud
Primera vacuna eficaz contra el sida
La guerra a la obesidad se librará en colegios e industria alimentaria
Un riñón a 50.000 euros para el «turista del trasplante»
Los tomates ya no saben a nada
Los pacientes originarios
Usted no está sano, está preenfermo
Investigadores del CSIC aplican un método para identificar a las «víctimas» de los mosquitos
Demasiado niña para ser mujer
Las buenas prácticas
La muerte anual de 1.400 fumadores pasivos fundamenta la reforma legal
Sabias distinciones
Muy tarde, con o sin «vitro»
La homeopatía, ¿quimera o ciencia? Homeopatía, de la creencia a la evidencia
La peste negra y el debut de la «salud pública»
Medicina tradicional y moderna: hechos y cifras
Comida comprensible, por favor
Virtudes de la leche materna (o del potito)

Un consejo: tenga una vida más sosa
Salud en la Red, no todo es mentira
El reto de los «tres ceros»
La ética del dopaje
¿Qué efectos tiene la radiactividad sobre la salud?
La genética personal topa con la patente
Decenas de miles de embriones congelados esperan su destino
Basta de cesáreas rutinarias
«Hay que tomarse la enfermedad con naturalidad, pero siempre con responsabilidad»
La última frontera del trasplante

3.2 LOS DESAFÍOS AMBIENTALES

En el segundo contenedor se integran cuestiones relacionadas con la biodiversidad, la sostenibilidad y muchos otros temas relacionados con el medio ambiente con enfoques tanto locales como globales.

En clase de ecología con Sebastião Salgado
Cerco a la propaganda «verde»
El planeta necesita que cambiemos de modelo de vida
La fiesta de la biodiversidad
California, contra los coches negros
Quien use un todoterreno tendrá que pagarlo caro
La ciencia se lanza a por la vaca «Prius»
Tuvalu aspira a ser 100 % renovable en 2020
Que pague más quien produzca más basura
Megadiversidade corroída em ritmo acelerado
El 90% de ciudadanos de 44 países del mundo considera urgente que los líderes mundiales lleguen a un acuerdo en diciembre
La silueta del cóndor sobrevolará de nuevo el norte de México
¿Cambio de clima o clima de cambio?
Guerra de patentes en el fondo marino
10 Rarezas en un planeta contaminado
Los buitres españoles, desnutridos por ley
La acuicultura marina será fundamental para alimentar a los 9.200 millones de personas que habitarán el planeta en 2051
El suicidio de la cultura Nazca
Necesitamos un planeta y medio para mantener el nivel de consumo actual
El lobo, reclamo del turismo responsable
30 años sin Félix Rodríguez de la Fuente
¿Tienen derechos los animales?
La revolución verde será local
Hijas del frío, mariposas de invierno
Sobre el no-concepto de diversidad

Madrid elige la mejor casa solar del mundo
Cuando el río suena
En busca de la semilla perdida
Relacionan el cambio climático con la mortandad de pingüinos magallánicos
Gro Harlem, la mujer que despertó la conciencia ambiental del planeta
España prepara el mayor molino eólico del mundo
Una plegaria global por todos los bosques
La ola que sale del fondo del mar
Guerra por resucitar al mamut
El agujerito sin fin
Quemando el Amazonas
Consumir para conservar
El final de las especies

3.3 LAS NUEVAS FRONTERAS DE LA MATERIA Y LA ENERGÍA

El tercer contenedor incluye desde los temas más punteros de la investigación básica en los ámbitos que enuncia su título hasta cuestiones relacionadas con desarrollos tecnológicos en el campo de los nuevos materiales y de los problemas relacionados con la producción, gestión y uso de la energía.

202

Maravillosa luz
Ahora sabemos que el universo es plano
Bioplásticos. El material del futuro está en la basura
Luces y sombras (de bajo consumo)
Cómo ver la materia oscura con luz invisible
Hanford, el lugar más sucio de América
El movimiento continuo, una alternativa a la piedra filosofal
La vida sin cables
«En el LHC buscamos respuestas a las preguntas básicas del universo»
En busca de los 15 metales más raros
La segunda mitad de la era del petróleo
Conservar de cualquier modo
¿Qué hacer con los residuos nucleares?
Inducción. Electromagnetismo entre sartenes y pucheros
Arte en un chip
Malentendidos de la mecánica cuántica
Próximamente en sus pantallas: el grafeno
La electricidad quiere romper con los cables
El agua, más que una interesante estructura molecular
Los nanorriesgos no son tan diminutos
La partícula que salvó el mundo

Estructuras basadas en el carbono: de base de la vida a futuro de los materiales
El sincrotón, el haz que ilumina la ciencia
Energía sin fin
A la caza de microfábricas
La era...
Vacas locas, el combustible verde para fabricar cemento
«Un solo ordenador cuántico sería como millones normales»
Coltán, el futuro insostenible
Algas: la nueva gasolina verde
La química se plantea su futuro
El renacer nuclear se apaga
Se gasta menos, pero solo una minoría lo sabe
Malentendidos y confusiones
La batalla del CO ₂ se libra en el subsuelo
¡Arriba el telón!
La carrera por el enriquecimiento

3.4 LA CONQUISTA DEL ESPACIO

El cuarto contenedor da cabida a todo lo relacionado con la astronomía y la cosmología, siendo una oportunidad para rescatar cuestiones relacionadas con la historia de la observación y la interpretación de los movimientos de los cuerpos celestes, así como para suscitar inquietudes sobre el conocimiento del cosmos.

203

Plutón
La Astronomía hace plas, plas
Ver las estrellas
Bricolaje espacial: ¿Quién dijo que explorar el Cosmos no servía para nada?
¿Estuvo de verdad el hombre en la Luna?
«Hey Joe» o las diferentes caras de Centauro A
El verdadero Cyrano
Marte, menos marciano
Una radio para las estrellas
¿Qué pasó en Júpiter?
Hipatia, el último faro que guió a Alejandría
Finito e infinito
Aprender astrofísica jugando al minigolf
Desafíos de la Astrofísica contemporánea
Encontrar vida fuera de la Tierra será uno de los hitos más grandes de la Ciencia de todos los tiempos
<i>O legado de Galileu para a ciência moderna</i>
La ciencia busca en Google Earth

Observatorios astrofísicos virtuales
Astronomía, ¿para qué ?
«El Gran Cometa de 1910» (... que no fue el Halley)
Titán, un viaje al pasado de la Tierra
Cuarenta años después
El abrazo de las «galaxias fósiles»
Desvanecimiento en Júpiter
«En 10 años, el hombre tiene que ir al espacio y volver a pisar la Luna»
Avalancha de electrones en tormentas de alto voltaje
¿Qué intriga a los astrónomos?
¿Dónde está todo el mundo?
Los astrofísicos explican ciencia a sus «abuelas»
¿Qué está nombrando el vacío?
La inquieta Luna
Un satélite para detectar «tsunamis» desde el espacio
Las auténticas dimensiones del Sistema Solar
La era del negocio espacial
Que no brille solo el lucero del alba
Urano y Neptuno esperan una visita
Nuevo método para eliminar la basura espacial

3.5 EL HÁBITAT HUMANO

El quinto contenedor es quizá el menos próximo a las tradiciones disciplinares de la ciencia escolar, pero no por ello es menos relevante desde un punto de vista educativo. Cuestiones relacionadas con la arquitectura, el urbanismo, el tráfico, la movilidad o la ordenación del territorio son algunos de los temas que se podrían integrar en él.

Las ciudades se quedan solas en el apoyo a la bici
Arquitecturas sin prejuicios
Un laboratorio «urbano» en el desierto
<i>A demonização da habitação informal</i>
Trolebuses en peligro de extinción
Tradición indígena en versión contemporánea
La nueva arma secreta de Tráfico
Una epidemia de cólera y los mapas de John Snow
Ciudades sin civilización
Pongo la llave en el contacto
El canal de Panamá: La tecnología al servicio del transporte y las comunicaciones
La esperanza defraudada
La gran excusa Cerdá
Cómo se construye la vivienda del futuro
Una casa que aún deslumbra
¿Somos demasiados?

Sin espacio para caerse muerto
Carreteras sin delincuentes
Terremotos y edificios. Una historia común
Vida a un kilómetro de la tierra
La ciudad soñada
Mucho más que lugares para escuchar música
Ciudades. Siete modelos
El desafío de la convivencia
Atrapados por la cámara
La ciudad empieza a hablar
Ciudad fragmentada, ciudad en movimiento
Una ciudad para el peatón
Adoquines con historia
El arquitecto siempre busca la Atlántida
El futuro de la arquitectura
Los edificios japoneses, los mejor preparados para resistir un sismo
Clase elemental de arquitectura
Los jóvenes marcan su territorio
«Los arquitectos hemos sido la punta de lanza del liberalismo más soez»
¿Hay planeta para tanta gente?
Espectáculo en la periferia

3.6 LA SOCIEDAD DIGITAL

205

En el sexto contenedor se incluyen materiales en los que se analiza el impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en nuestras formas de vida. Se trata de una reflexión más importante cuanto mayor es la asimetría entre la frecuencia del contacto con esas tecnologías por parte de los jóvenes y la reflexión sobre sus implicaciones.

No entienden que rompas un sistema de seguridad por diversión
¿Debemos fiarnos de Wikipedia?
Un respeto para la generación «web»
De tranquilidad provinciana nada. Un lugar para el mundo
<i>Resíduo eletrônico: redução, reutilização, reciclagem e recuperação</i>
Un bazar con los datos del usuario
Las máquinas toman el control
El modelo español para incorporar internet al agro
Simplemente internet
Educación 2.0, no solo ordenadores
La hipermemoria y Facebook
El poder de la cháchara
«Cada persona puede construir su red de redes de comunicación»
Gutenberg en la escuela
Tecnología contra exageración

Enciclopedia de la Vida (EOL), construyen científicos del mundo en la web
Mensajes de pretextos
Imposible desconectar
¿Tarimas 2.0?
Las cifras anticipan nuestros actos
La revolución digital
La red desafía el reinado de la televisión
La red nos hace más listos
Apocalípticos e informatizados
¿Es demasiado tener 5.001 amigos en Facebook?
Aprender con videojuegos, una nueva alternativa
Esta etiqueta inteligente sigue todos sus pasos
La memoria digital tampoco es eterna
Adiós a la buena letra
¿PowerPoint nos hace estúpidos?
Twitter lo carga el diablo
Dame un móvil inteligente y moveré el mundo
Dolor 2.0
Mano dura contra el ciberacosador
Una, dos, tres... cien internets
Garabatos del mundo virtual
Lo probamos todo... ¿sin comprender nada?
La red le adoctrina con su propio credo, si usted se deja

3.7 OTROS TEMAS DE CULTURA CIENTÍFICA

El último contenedor alberga, a modo de cajón de sastre, otros aspectos relevantes para la cultura científica que no tienen acomodo en ninguno de los anteriores. Cuestiones sobre antropología u otros campos de las ciencias sociales podrían ser algunos ejemplos de esos temas relevantes reunidos en este contenedor. Pero en él tienen también cabida temas de carácter educativo más general o miradas metateóricas sobre la propia actividad científica, su historia o los aspectos políticos, económicos, éticos o filosóficos relacionados con ella.

El riesgo del sonambulismo
Una probeta con bigotes
Ciencia para ciudadanos
«Lo que Darwin sabía de la evolución es menos de un 1% de lo que sabemos ahora»
Scopes, Darwin y Gina
Fobias y otras hipocondrías de la técnica
«Es importante que las mujeres investiguen e influyan en el desarrollo de la nueva Física»
Las dos culturas
<i>O planeta em risco</i>
El canal de Panamá: La tecnología al servicio de la globalización

El canal de Panamá: La tecnología al servicio de la política
«No se entiende la educación como mera transmisión de conocimientos, sino para dar valor a la vida»
<i>E o mundo (ainda) não se acabou</i>
El olfato periodístico de la ciencia
La hembra tenía mano en la prehistoria
El valor del segundo
El alma científica del arte
Las ciencias buscan método
El habla de los monos
2010: El año de la educación en Iberoamérica
Nacidos para viajar
Las dimensiones de la ciencia como práctica. Finalidades de la enseñanza de las ciencias y relevancia de la ciencia escolar
Pedagogía y crisis
Que las matemáticas se hagan visibles
«Educar es mucho más que enseñar: es humanizar»
Doce acontecimientos que cambiarían el mundo
Azar
«La cultura científica tiene un extraordinario valor práctico para mejorar la vida de las personas»
Si lo dice un científico, va a misa
Solo la escuela enseña a convivir
Nautilus, una invitación a viajar por las agitadas aguas del conocimiento científico
«El terremoto y el tsunami son el antiícono»
¿Creacionismo o evolución? Un debate que brilla por su ausencia en las aulas
Cómo envejecer en Atapuerca
La ciencia y su historia
«La divulgación en España es más una afición que una profesión. Desafortunadamente para todos...»
Mujeres en movimiento

Desde mediados de 2009 estos siete contenedores sirven para albergar un número creciente de materiales didácticos (a comienzos de 2013 serán más de trescientos) a disposición de la CIECC.

Como se ha señalado, cada uno de esos materiales didácticos parte de un documento periodístico (una noticia, un reportaje, un artículo de opinión o una entrevista) sobre el que se proponen diversas actividades viables para ser desarrolladas en aulas diversas. Cada una de esas actividades ofrece pautas precisas y directas que hacen posible que los alumnos sepan qué uso pueden hacer de cada documento periodístico y qué proyectos de trabajo podrían realizar en relación con ese tema.

Aunque cada uno de esos materiales didácticos contiene pautas y propuestas de actividades muy diversas, todos coinciden en la primera de ellas: se trata de una tabla con diez afirmaciones referidas al contenido

del documento periodístico, sobre cada una de las cuales los alumnos han de pronunciarse acerca de su verdad o falsedad. La adecuada comprensión lectora es el requisito para cualquier trabajo significativo en el aula. Por ello, un material didáctico que parte de referentes periodísticos no puede obviar, en primer lugar, un trabajo sistemático que promueva el desarrollo de las competencias lectoras. Una estrategia como la inclusión de esa tabla con diez frases sobre las que los alumnos han de pronunciarse resulta un modo fácil y muy motivador para analizar de manera compartida la forma en que se comprende el contenido del documento de referencia.

El resto de las actividades sobre cada material didáctico depende siempre de su contenido concreto. Unas veces se sugieren pequeñas investigaciones empíricas en las que las entrevistas, las encuestas o los trabajos de campo adecuadamente pautados serán una prolongación en la realidad más próxima de los análisis de los que se habla en un reportaje o en una entrevista. En otras ocasiones, organizar una exposición, preparar una obra de teatro o cualquier otro recurso lúdico son la forma que adoptan las investigaciones creativas que se proponen y para las que el texto de referencia es un detonante motivador. Pero también hay trabajos marcadamente conceptuales, bien para profundizar en los contenidos más informativos que ya aporta el documento periodístico; bien para, a partir de ellos, ampliar datos sobre el tema con otras fuentes de información.

208

Cada una de las ocho o diez actividades que se proponen sobre cada material periodístico se adapta a lo que resulta más fructífero educativamente a partir del tema y el contenido que en él se aborda. Por tanto, el texto periodístico sirve de excusa para enlazar con la vida inmediata del contexto escolar y comunitario.

Entre las actividades que se plantean cabe destacar un tipo que, aunque no está presente en todos los materiales didácticos, aparece en muchos de ellos: para propiciar la toma de postura ordenada y el debate argumentado sobre cuestiones controvertidas han de responder a frases sobre las que cabe estar de acuerdo, en desacuerdo o tener dudas. Se trata, otra vez, de diez frases, pero ahora no descriptivas, sino valorativas sobre aspectos relacionados con lo que el documento indirectamente suscita. Por analogía con las apuestas futbolísticas en las que el sujeto debe pronunciarse a favor, en contra o en duda de la victoria del equipo local, también se denominan «quinielas» a estas actividades valorativas que se proponen como la última actividad de algunas de las propuestas didácticas.

Además de la variedad temática que muestran los siete contenedores antes comentados, los materiales didácticos disponibles en esta comunidad se caracterizan por su versatilidad para ser utilizados de forma flexible en

diferentes contextos curriculares y con alumnos de distintas edades. Su gran variedad les permite ser sensibles a lo local y a lo global, habiendo materiales que se centran en cuestiones geográficamente muy delimitadas y otros que abordan temas que afectan a todo el planeta o al conjunto de los seres humanos con independencia del lugar en el que vivan. Las perspectivas culturales que muestran estos materiales son también muy diversas: la conducta de las mariposas monarca en México, la innovación agraria en el valle de Azapa, el colapso ambiental vivido por culturas precolombinas en Nazca, el urbanismo barcelonés, las comunidades de mujeres argentinas que se empoderan desarrollando ciertos usos de internet o la situación de la biodiversidad en O Cerrado (Brasil), son solo unos pocos ejemplos de los cientos de referencias a la diversidad cultural y geográfica que aparecen en los materiales didácticos disponibles. También es lingüística la diversidad de estos materiales pues aunque la mayoría está en español, hay algunos en portugués y están en ambas lenguas los resúmenes de todos los documentos periodísticos de los que parten. Asimismo, la mirada de género también se hace presente en un buen número de propuestas didácticas que, de modo central o tangencial, abordan ese tema.

4. EL USO DE LOS MATERIALES

209

La primera edición del curso que sirve de entrada a la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica se desarrolló entre los meses de julio y diciembre de 2009 y la concluyeron satisfactoriamente 400 profesores. El total de informes entregados fue de 2.512, de los que más del 60% correspondió a experiencias realizadas en aulas. Fueron al menos 52.044 los alumnos que participaron directamente en esas primeras experiencias sobre las que existe constancia detallada en los informes enviados por sus profesores. Sin embargo, esa cifra podría ser varias veces superior si se tiene en cuenta que, además de la experiencia con los alumnos del aula sobre la que se hacía cada informe, en muchas ocasiones el docente usaba más materiales didácticos o lo hacía en más aulas que la correspondiente al registro enviado en el informe. También es notable el impacto de la experiencia en las instituciones escolares, ya que son muchos los profesores que manifiestan haber compartido los materiales didácticos con otros compañeros que también los han utilizado en sus aulas, pero de los que no se registraron informes detallados.

La frecuencia de uso de los materiales correspondientes a los diversos contenedores en la primera edición del curso mostró algunas diferencias, señaladas a continuación, que pueden resultar significativas.

CUADRO 1**Diferencias en la frecuencia de uso de los materiales de los contenedores**

Contenedores	Temática	Cantidad de experiencias	%
Primero	Los retos de la salud y la alimentación	650	26
Segundo	Los desafíos ambientales	478	19
Tercero	Las nuevas fronteras de la materia y la energía	360	15
Cuarto	La conquista del espacio	210	8
Quinto	El hábitat humano	134	5
Sexto	La sociedad digital	364	15
Séptimo	Otros temas de cultura científica	292	12

Parece evidente que la cultura científica se asocia con más intensidad en nuestro entorno con los temas ambientales que con los relacionados con el urbanismo o la arquitectura, si bien la diversificación general de la elección que hicieron los profesores en la primera edición del curso evidencia una mirada relativamente plural del concepto de cultura científica.

En cuanto a la valoración que los docentes hicieron sobre los materiales que experimentaron, cabe resaltar lo abrumadoramente positivas que resultaron las calificaciones medias reflejadas en los más de 2.500 informes entregados: 9,17 (en una escala de 0 a 10) para los documentos periodísticos de referencia y 9,26 para las actividades didácticas propuestas sobre ellos.

210

Otra manera de tener una idea sobre los alcances de este proyecto, a partir de la utilización de los materiales propuestos, consiste en revisar uno de los momentos de este primer grupo de 2009 que continuó el año siguiente: los egresados de cada edición del curso que da inicio a la comunidad se integran en ella uniéndose allí a los egresados de las ediciones anteriores para compartir distintos trabajos colaborativos y acceder a los nuevos materiales didácticos que se van produciendo.

Se trata de una de las actividades que los docentes de ese primer grupo que dio inicio a la CECC llevaron a cabo durante los meses de noviembre-diciembre de 2010. La misma consistió en describir la utilidad de la metodología empleada con los materiales que se usaron, precisando la referencia a los contextos de la actividad como a los estudiantes participantes.

Con base en el registro de algo más de 150 trabajos, es posible identificar tendencias, desde una perspectiva cualitativa, analizar implicaciones, enfoques y perspectivas para la construcción de la cultura científica. Para abordar las tendencias más recurrentes y fundamentadas consignadas en los trabajos de los participantes de la comunidad, se propone una categoría principal de análisis: los procesos de aprendizaje. Podríamos considerar

muchas maneras de enfocar el análisis, pero es quizá desde el tema de los procesos de aprendizaje el que aglutina todos los aspectos, empezando por sus actores (estudiantes y docentes), así como los recursos y espacios de aprendizaje empleados, entre otros temas. El análisis de los procesos de aprendizaje permite identificar tipos de actividades, enfoques diversos y múltiples formas de abordar los materiales en el aula.

4.1 LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE

Lo primero que se destaca de manera recurrente a lo largo de los trabajos es la referencia al agrado expresado por los estudiantes acerca de los materiales mismos. Acostumbrados al uso de manuales escolares que en ocasiones contienen, o bien propuestas pedagógicas que no presentan la posibilidad de ser utilizadas de forma contextualizada, o bien temas poco contemporáneos o irrelevantes a sus intereses tecnológicos o ambientales, los alumnos se encontraron en esta ocasión con materiales muy diversos, atractivos por la variedad de las temáticas y tratamientos, cercanos a sus aspiraciones como ciudadanos y futuros profesionales. Su utilización resultaba no solamente atractiva por el tratamiento de los temas de ciencia, tecnología, TIC, medioambiente, etc., de acuerdo a los diversos contenedores antes señalados, sino también por las plantillas didácticas, las cuales generaban condiciones especiales para el aprendizaje de los temas.

Pero los materiales también podemos entenderlos en función de la relevancia que tienen en relación con la cultura científica escolar. La relevancia en este caso, siguiendo a Acevedo (2004) y Aikenhead (2003), vincula las preocupaciones en relación a ¿qué es relevante? (cuestiones motivadoras y apropiadas); ¿para quién es relevante? (estudiantes, profesores...); ¿para qué es relevante? (vida cotidiana, ejercicio de la ciudadanía, conseguir un empleo...); e incluso ¿quién decide lo que es relevante? (estudiantes, profesores, padres de familia, políticos...). Si consideramos que dentro de las distintas formas de la actividad científica que tienen lugar en la escuela, la noción más frecuente y quizá la menos motivadora de ciencia escolar es la de ciencia propedéutica, a juzgar por las diversas encuestas iberoamericanas de vocaciones científicas, podríamos considerar que los materiales se insertan en otras formas de construcción de la ciencia escolar, como la ciencia que favorece el ejercicio de la ciudadanía; la ciencia seductora enfocada a la divulgación; la ciencia curiosa, a partir de la curiosidad individual; y en general la ciencia cultural, inscrita en la vida social de los estudiantes.

Los procesos involucrados en el uso de los materiales hacen referencia a actividades propias del aprendizaje, como la lectura, la búsqueda, organización y tratamiento de la información. También el trabajo con los mismos permitió

la reflexión y valoración de situaciones, la construcción de opiniones críticas y por tanto la formación valorativa, así como aquellos procesos relacionados con la comunicación, esto es, la escucha activa, la formulación de preguntas, la presentación de argumentos y en general la comunicación verbal, escrita e incluso corporal. En términos de organización para el trabajo, las diversas actividades facilitaron tanto el trabajo individual como en equipo, siendo esta última modalidad uno de los aspectos que más destacaron los docentes.

Otros procesos pedagógicos, que pudiéramos llamar de segundo nivel o de competencias de orden superior, fueron los relacionados con la formulación o el planteamiento de problemas, el aprender a aprender, el uso de métodos enfocados a la búsqueda de información, así como los métodos de ordenamiento gráfico de la información para determinar qué se sabe, qué se quiere saber y finalmente qué se logra aprender, junto a la elaboración de mapas conceptuales.

También dentro de esta clase de procesos utilizados por los docentes hay que destacar otra clase de metodologías, en este caso de exploración investigativa para llegar a formular los propios problemas o, en todo caso, coincidentes con los referentes a las lecturas. Se trata de la utilización de la investigación-acción participativa (IAP), en tanto metodología de investigación que organiza el análisis de la información del contexto y la posible intervención en el mismo, a partir de una pedagogía constructiva que reconoce la relación de los sujetos participantes, en este caso de los estudiantes, como copartícipes de la producción misma de conocimiento. Tal como señala la docente de la CECC Licia Carminia Vicari: «Con las propuestas se estimula la investigación-acción participación ya que muchos de los problemas que se presentan a través de artículos periodísticos surgen de la vida cotidiana y permite a los alumnos llevarlos a la propia práctica; entonces son los estudiantes quienes pueden diseñar la investigación, formular sus propios problemas y buscan entablar una relación con la comunidad o con el espacio de acción a donde se dirige el trabajo».

Al igual que la IAP, otro proceso de aprendizaje al que hacen referencia los diferentes trabajos es el análisis sistémico. El trabajo con los materiales contribuyó a forjar la comprensión sistémica por parte de los estudiantes, es decir, la comprensión de un todo integrado por partes cuyas propiedades surgen de las relaciones entre las mismas partes. Comprender las cosas sistémicamente significa colocarlas en un contexto, el cual permite establecer la naturaleza de sus relaciones. Y los contextos de reflexión en los trabajos van desde lo global a lo local, algo propio de la relación con la ciencia y la tecnología. Un problema o una temática propuesta en los contenedores, que puede aparecer como un asunto específico, es al mismo tiempo un asunto planetario. Si se trata de sistemas tecnocientíficos, estos son transversales a los países en tanto su utilización no reconoce fronteras. La evolución de esta

clase de sistemas está dirigida por los flujos de la tecnología, los cuales son causados por los procesos de transferencia y difusión de la misma (AUTIO y HAMERI, 1995). De igual manera, los problemas ambientales terminan por ser globales, mucho más si entran en el contexto de la sociedad del riesgo ya que los mismos acaban por distribuir sus impactos en las sociedades que, pese a que no han generado tales problemas, su mayor vulnerabilidad las expone de manera directa⁴. Los problemas ambientales también, como en una especie de efecto bumerán, regresan tarde o temprano a aquellas sociedades que han sido sus generadoras. Este carácter, a la vez global y local, es captado en las didácticas puestas en marcha con los estudiantes. Mónica Gerena, al trabajar con estudiantes de 15 a 17 años del área de ciencias naturales, comenta que los materiales resultan amenos y de interés debido a que presentan temas de interés global y al mismo tiempo local, es decir, facilitan la contextualización al referirse a problemas cercanos a la realidad en que se vive: «muchos mostraron sorpresa al reconocer problemas muy similares a los locales en contextos muy lejanos geográficamente o en sociedades que se consideran con un desarrollo social superior a las latinoamericanas».

Esta capacidad de conectar los contextos globales con la realidad inmediata conlleva en sí misma la virtud de la reflexión sistémica, la cual, como hemos señalado, articula las partes con el todo y ayuda a comparar y acercar aquello que resulta antagónico y, a la vez, complementario. Aprender a leer los contextos locales con otras herramientas que muestran contextos externos y, sin embargo, próximos a los nuestros, constituye una de las características de la educación del futuro, entendiendo el futuro, entre otros aspectos, en relación con la responsabilidad en la era tecnológica.

Pero también el proceso sistémico se refiere a la utilización misma de los materiales, ya que las actividades en su conjunto, como señala la docente Maria Manuel Gordinho «...oferecem mais objetivos e conteúdos do que pode parecer quando analisadas em separado. Aqui cumpre-se a regra que dita que “o todo é mais que a soma das partes”».

Otro aspecto que merece ser destacado en el trabajo con los materiales es la formación del proceso mismo de la actividad científica. Tener contacto con materiales que presentan cómo se produce el conocimiento y no

⁴La «sociedad del riesgo», de acuerdo a como Beck lo planteara en 1986, presenta varias características, entre las que podemos destacar: i) el carácter global e indiscriminado del peligro; ii) el carácter ineludible del riesgo: no es posible evitar el riesgo, lo que sí podemos es mitigarlo; iii) el efecto bumerán: más tarde o más temprano los riesgos también afectan a quienes los producen o se benefician de ellos; iii) la presencia del futuro: el futuro es algo permanente en cualquier acción relacionada con la ciencia y la tecnología; iv) el desconocimiento de la población: sustracción de la comprensión humana inmediata de discusiones acerca del riesgo.

únicamente cuáles son los resultados del mismo, resulta muy importante en la construcción de la cultura científica. Ello contribuye a forjar una vocación científica al tiempo que se desmitifica la idea misma del científico como sujeto externo a la sociedad pero cuyos resultados terminan por generar un cambio significativo en la misma. Analizar cómo cambia el conocimiento, cómo aquello que parecía una certeza inamovible dentro del saber de la humanidad de pronto se derrumba por obra de la investigación y surge, en consecuencia, una nueva forma de interpretar un fenómeno, o para decirlo en la terminología de Kuhn (1962), un nuevo paradigma en la producción científica.

Pero esta relación con la producción del conocimiento también permite poner en contacto al estudiante con la posibilidad de una valoración crítica del mismo, aunque muchas veces reportada como favorable a lo largo de los diversos trabajos, no está lejos de una reflexión sobre los impactos de la ciencia en sociedad. Tales valoraciones positivas hacia las actividades de ciencia y tecnología pueden interpretarse como parte de las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, entendiendo a las actitudes como un conjunto organizado y duradero de convicciones o creencias (elemento cognitivo), dotadas de una predisposición o carga afectiva favorable (elemento valorativo y afectivo). Según Vázquez y Manassero (2007), las actitudes afectan a cuestiones tan importantes como la calidad de la alfabetización científica en la escuela, la elección de materias de ciencias o de carrera cuando llega el momento de elegir, o la adecuada comprensión pública de la ciencia y la tecnología a lo largo de la vida de las personas. En tal sentido, se puede considerar que el uso de los materiales aporta de manera significativa en la construcción de actitudes hacia la ciencia, tal como se puede entrever en los trabajos presentados por los docentes.

214

También debemos destacar el tema del aprendizaje lúdico, frecuente en no pocas de las actividades presentadas. Las didácticas mismas son ya una manera de aprender lúdicamente, pero nos referimos en este caso a las muchas otras maneras que describen los docentes, como por ejemplo Santiago Díaz Azuara, en el trabajo pedagógico. La comprensión temática de los materiales se complementó en diversas ocasiones con didácticas, como las sopas de letras, los crucigramas, los concursos de preguntas y respuestas, el uso de laberintos, de collages, los cuadros de doble entrada con analogía, la utilización de maquetas, la producción de material multimedia, la creación de videos caseros, así como recursos informáticos de tipo 2.0, entre otros.

A esta variedad de espacios y recursos habría que complementar nuestro comentario con las salidas de campo, incluso con la exploración a otros lugares de la cultura científica, como los museos, zoológicos, etc. Este hecho es muy importante ya que en el mundo actual los jóvenes viven en contextos socio-culturales en donde se estructuran tres espacios básicos

de aprendizaje informal de la ciencia: la familia, el grupo de iguales y los medios de comunicación (DOLL, PRENZEL y DUIT, 2003). El medio social, como señalan Vásquez y Manassero (2007), ofrece una panoplia cultural y de ocio cada vez más atractiva de instituciones específicas (zoos, museos de ciencia y tecnología, granjas-escuela, parques, escuelas de naturaleza, centros de educación ambiental, jardines botánicos, fábricas e industrias, planetarios, observatorios astronómicos, ferias de la ciencia, etc.) y actividades informales sobre ciencia y tecnología (talleres, clubes, asociaciones de todo tipo, centros de ocio, talleres y juegos manipulativas, etc.). En otras palabras, hay que reconocer la relevancia de estos contactos informales con la ciencia pues, tal como lo revela el interés de los alumnos por el uso de los materiales, pese a la importancia de la escuela en el aprendizaje científico, esta institución ha dejado de ser la fuente primordial de dicho aprendizaje.

Podrían ser muchos más los comentarios destacados en relación con el uso de los materiales. Lo presentado no es más que una muestra de las bondades del trabajo realizado por la Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica.

5. CONSIDERACIONES FINALES

215

Las aulas participativas no son, como se ha señalado, un deseo o un proyecto utópico, sino que son reales en determinadas prácticas que se vienen realizando en los últimos años en el ámbito iberoamericano. Las simulaciones sobre controversias tecnocientíficas (MARTÍN GORDILLO, 2006b) desarrolladas con el apoyo de la OEI son un ejemplo de que ya se cuenta con recursos experimentados en aulas en las que el paradigma dialógico-participativo es una realidad que propicia el aprendizaje de la participación ciudadana en los problemas relacionados con el desarrollo tecnocientífico (MARTÍN GORDILLO Y OSORIO, 2003).

También la transformación de la formación docente cuenta con experiencias de interés, como son las acciones formativas promovidas desde el Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI. Sin duda, la difusión de actividades de este tipo podría ofrecer a los docentes alternativas de organización didáctica diferentes a las lógicas escolares tradicionales.

La existencia en distintos países de la comunidad iberoamericana de docentes que comparten la voluntad de promover una educación para una cultura científica comprometida con la ciudadanía democrática supone una oportunidad para fortalecer redes de colaboración, que tienen su principal activo en la existencia de nodos (sus propias aulas) en los que asentar nuevas

formas de relación entre docentes y alumnos de la región. Las iniciativas de formación docente y de generación de redes de colaboración entre profesores iberoamericanos que promueve la OEI facilitan enormemente la posibilidad de conectar esas aulas orientadas hacia el aprendizaje de la participación ciudadana. Así, se propicia que nuestros sistemas educativos contribuyan al desarrollo de nuevas formas de pertenencia ciudadana y de integración en proyectos compartidos por los países de una región que cuenta con el activo de tantas complicidades lingüísticas y culturales. Colaborar en la generación de esta nueva ciudadanía democrática iberoamericana es, quizá, la mejor contribución que desde la educación podemos hacer en esta década en la que la conmemoración de los bicentenarios de los procesos de independencia es la ocasión para llevar adelante el ambicioso proyecto Metas Educativas 2021.

La Comunidad de Educadores Iberoamericanos por la Cultura Científica que desde 2010 promueve la OEI contribuye, como se ha visto, al desarrollo de interesantes sinergias entre la difusión de la cultura científica en los medios de comunicación y la acción de los docentes en las aulas.

216 Contar con recursos endógenos es muy importante para la mejora del periodismo científico y, por ende, de la cultura científica de los ciudadanos de Iberoamérica y también una base para el trabajo en las aulas, tal como se ha visto en el apartado anterior. Sin embargo, además de disponer de los referentes documentales y de contar con materiales para el aula, es preciso desarrollar las estrategias que permitan sacarle el mejor partido educativo en cada contexto escolar. Y ello depende, en gran medida, del profesor. Solo cuando el docente cuenta con las habilidades necesarias y tiene el apoyo que precisa, un buen documento periodístico puede convertirse en un fértil material educativo en su uso escolar.

Por eso, es tan importante contar con redes como la que forman esos docentes iberoamericanos que comparten el propósito de favorecer el desarrollo de las competencias relacionadas con el conocimiento científico y la ciudadanía democrática. Para ese fin, esa comunidad comparte también numerosos medios. Entre ellos, además del amplísimo y creciente repertorio de materiales didácticos diversos, dispone de una serie de espacios virtuales para el encuentro y la colaboración entre los docentes iberoamericanos que dan pleno sentido a la palabra comunidad.

Para terminar, conviene destacar una última característica de estas propuestas didácticas y de esta comunidad de educadores: su carácter original y endógeno del contexto iberoamericano. Los cientos de documentos que se toman de referencia y los miles de actividades didácticas que se incluyen en los materiales compartidos en la comunidad han sido elaborados de forma original tomando como referente principal nuestra región. Esto no quiere

decir que esta mirada iberoamericana no esté abierta al resto del mundo, pero ello no implica que debamos esperar a ver qué se hace en otros países para ponernos a trabajar. Ya son muchos los docentes, los periodistas y los investigadores de la región que trabajan sabiendo que sus producciones no son menos valiosas ni menos innovadoras que las que proceden de otros ámbitos culturales. Si todos superamos ese viejo prejuicio contribuiremos a que sea cierto que en 2021 nuestros sistemas educativos harán real el sueño de que la generación de jóvenes de los bicentenarios sea la mejor formada de la historia.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, 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*, vol. 1, n.º 1.
- AIKENHEAD, G. S. (2003). «Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula», documento presentado en la 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education, desarrollada en Noordwijkerhout, Países Bajos. Disponible en: www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.pdf.
- AUTIO, E. y HAMERI, A-P. (1995). «The Structure and Dynamics of Technological Systems: A Conceptual Model». *Technology in Society*, vol. 17, n.º 4, pp. 380.
- BECK, U. (1986). *La sociedad del riesgo*. Barcelona: Paidós.
- DOLL, J., PRENZEL, M. y DUIT, R. (2003). «Improving Math and Science Instruction - The Program "Quality of Schools" (BiQua) sponsored by the German Science Foundation», trabajo presentado en la 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education, Noordwijkerhout, Países Bajos.
- KUHN, T. S. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE, 1985.
- MARTÍN GORDILLO, M. (2006a): «Conocer, manejar, valorar, participar: los fines de una educación para la ciudadanía». *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 42, pp. 69-83. Disponible en: www.rieoei.org/rie42a04.pdf.
- (coord.) (2006,). *Controversias tecnocientíficas. Diez casos simulados sobre ciencia, tecnología, sociedad y valores*. Barcelona: Octaedro-OEI.
- y OSORIO, C. (2003). «Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica». *Revista Iberoamericana de Educación*, n.º 32, pp. 165-210. Disponible en: www.rieoei.org/rie32a08.pdf.

TOSCANO, J. (2009). «La acción de cooperación de la OEI en ciencia y tecnología. Construcción del Espacio Iberoamericano del Conocimiento», conferencia brindada en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tarija, Estado Plurinacional de Bolivia, 3 de septiembre.

VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2007). *La relevancia de la educación científica*. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears, Servei de Publicacions i Intercanvi Científic.

