

## 2.4. NUEVAS HERRAMIENTAS Y DIRECCIONES HACIA UNA MEJOR COMPRENSIÓN DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA EN LOS PAÍSES DEL ÁMBITO IBEROAMERICANO <sup>1</sup>

CARMELO POLINO <sup>2</sup>, JOSÉ ANTONIO LÓPEZ CEREZO <sup>3</sup>,  
MARÍA EUGENIA FAZIO <sup>4</sup> Y YURIJ CASTELFRANCHI <sup>5</sup>

### 1. PRESENTACIÓN

La percepción social de la ciencia y la tecnología comienza a ser reconocida como un campo de interés creciente para los investigadores y los tomadores de decisión política en los países del ámbito Iberoamericano, en la medida en que se la está considerando un tópico relevante para el fortalecimiento de las actividades de comunicación y para la promoción de una ciudadanía calificada. En los últimos años, han sido varios los países de la región que han llevado a cabo estudios y encuestas nacionales para investigar este tema (Argentina, Brasil, Colombia, España, México, Panamá, Portugal y Venezuela), así como otros están próximos a hacerlo (Ecuador y Trinidad y Tobago, por ejemplo). El panorama actual ha sido favorecido en buena medida a través del aporte de instituciones como la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT/CYTED), la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) y la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Estas organizaciones han facilitado el trabajo en red de un grupo de investigadores académicos y funcionarios de los ONCYTS a fin de revisar conceptos e instrumentos y compartir metodologías. Es verdad que los países iberoamericanos han entrado en este campo de estudios con bastante posterioridad a lo que lo han hecho los

países centrales -y todavía de una forma más bien tibia- adoptando en buena parte las metodologías estandarizadas y las preguntas clásicas de las encuestas. Sin embargo, el rasgo saliente de este proceso es que desde el principio también se han planteado la necesidad de conciliar las comparaciones internacionales con la atención a los contextos locales, poniendo los datos y las metodologías dentro de los debates sobre la cultura científica de la región. En la actualidad, y como parte de este proceso, OEI, RICyT y FECyT comenzaron un nuevo proyecto que intenta aportar una metodología de medición común sobre la base de un conjunto discreto de indicadores, trabajando en red con expertos y hacedores de políticas. En estas páginas prestaremos especial atención a revisar el desarrollo histórico de este campo de estudios en la región y su estado actual en términos de experiencias compartidas en el marco de las preocupaciones por el fomento de la cultura científica y la participación ciudadana en ciencia y tecnología. Mostraremos también que para captar de mejor forma el complejo tema de la cultura científica, el desarrollo de estos estudios exige ir más allá de las encuestas e indicadores habituales, pensando a los indicadores de percepción como parte de un conjunto más amplio de indicadores sociales.

### 2. PRINCIPALES ENCUESTAS INTERNACIONALES Y SUS ANÁLISIS DE LA COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA Y LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

La referencia clásica y principal a los indicadores de comprensión pública de la ciencia (public understanding of science) la representa la National Science Foundation (NSF) de Estados Unidos, la cual desde 1972 incluye un capítulo sobre comprensión y actitudes públicas hacia la

1. Este texto es una versión reelaborada y ampliada de otro presentado en el Simposio sobre indicadores de percepción pública de la ciencia en el marco de la 9th International Conference on Public Communication of Science and Technology, Seúl, mayo de 2006.

2. (cpolino@ricyt.edu.ar) Centro REDES, Argentina

3. (cerezo@uniovi.es) Universidad de Oviedo, España

4. (mefazio@ricyt.edu.ar) Centro REDES, Argentina

5. (castel@sissa.it) Labjor, UNICAMP, Brasil. SISSA, Italia

ciencia y la tecnología en su informe de indicadores científicos y tecnológicos. En Europa, las principales referencias son las encuestas del Reino Unido de 1988 y 1996 (Durant, Evans y Thomas 1989; Bauer y Durant 1999). El Eurobarómetro, un proyecto de la Comisión Europea para investigar la opinión pública con respecto a varios tópicos, también le dedicó importantes encuestas, lo que lo convirtió actualmente en un polo de referencia para los investigadores del tema (Comisión Europea, 1993, 2001 y 2003; Bauer, Durant y Evans 1993; Bauer y Schoon 1993). Otros estudios, utilizando metodologías y preguntas similares, fueron desarrollados en Suecia (Fjaested 1996) y Bulgaria (Petkova et al. 1997). Además de estas investigaciones de percepción de propósitos amplios, también se realizaron varias encuestas para investigar la percepción pública y la comprensión de temas específicos en ciencia y tecnología, tales como las tecnologías de la información o la biotecnología y los alimentos genéticamente modificados (ver, por ejemplo, Gaskell et al., 2000; Gaskell, Bauer 2001; Mori, 1999; European Commission, 1997, PABE, 2001). Fuera de Europa y los Estados Unidos, las metodologías y tipologías de encuesta fueron menos homogéneas, pero tendieron a poseer un conjunto central de preguntas idénticas o muy similares a las de la NSF y el Eurobarómetro a fin de permitir comparaciones. Estudios de este tipo fueron realizados, por ejemplo, en India (NCAER, 2005; Raza et al. 1996; Raza, Singh, 2002), Corea del Sur (Kim, Carter y Stamm 1995), Canadá (Einsiedel 1993), China (Zhang y Zhang 1993), Malasia (Mastic, 2001), Nueva Zelanda (Capper, Bullard, 1997) y Japón (Japanese Prime Minister's Secretariat, 1995). La primera encuesta piloto de opinión pública sobre la ciencia en Rusia fue llevada a cabo en 1995 (Shuvalova, 1996). En 1996, 1997 y 1999 se realizaron tres encuestas de opinión pública sobre ciencia y tecnología intentando desarrollar una metodología orientada a reflejar las características y los problemas específicos del desarrollo de estas actividades en ese país y asegurar la comparación internacional de los datos (Gokhberg y Shuvalova, 1997, 1998).

Si bien diversos estudios involucraron metodologías cualitativas (grupos focales, entrevistas abiertas) como instrumentos preliminares para preparar las encuestas, la revisión de los datos tiende a estar centrada en un análisis estadístico cuantitativo centrado fundamentalmente en estadística descriptiva más bien simple. A pesar de las diferencias muy marcadas en las actitudes hacia temas biomédicos o tecnológicos específicos y hacia las implicancias sociales y éticas de la ciencia y la tecnología, podemos decir que la mayoría de los investigadores tiende a remarcar en su análisis algunas características comunes, "globales" y amplias de la percepción social:

- Durante la década de los noventa, la comunidad científica se lamentó en reiteradas ocasiones acerca de un difuso y creciente "miedo" u "hostilidad" hacia la ciencia. Sin embargo, todos los indicadores señalan un extendido, y relativamente estable, apoyo al financiamiento gubernamental de la investigación básica. Por ejemplo, la gran mayoría de las personas en la mayor parte de los países del mundo coincide con

afirmaciones similares a ésta: "Incluso si no brinda beneficios inmediatos, la investigación científica que hace avanzar las fronteras del conocimiento es necesaria y debe ser apoyada por el gobierno"; o bien, "la ciencia y la tecnología es el mejor recurso de conocimiento".

- A pesar de que se ha lamentado una supuesta "falta de interés" en la ciencia y la tecnología, más del 50% de los adultos de la mayoría de los países declaran estar interesados o al menos moderadamente interesados en los descubrimientos científicos y en el uso de nuevas invenciones y tecnologías. Aún en el caso de que estas cifras pudieran estar sesgadas por la situación de entrevista, de diversos indicadores emerge una visión general positiva de la ciencia y la tecnología y su propósito principal.

- Al mismo tiempo, la gente en todo el mundo tiende a declararse a sí misma mal o muy mal informada en lo que hace a ciencia y tecnología.

- Cuando se mide a través de los indicadores estándar, el nivel de alfabetización científica (entendida como comprensión de conceptos y teorías y de la naturaleza del proceso de la investigación) ésta resulta bastante estable y baja o muy baja en todo el mundo.

- La mayoría de los adultos se entera sobre los últimos desarrollos en ciencia y tecnología principalmente mirando la televisión. Otras fuentes de información tienen una atención menor.

- La representación social de la ciencia tiende a ser bipolar: la ciencia es percibida como mágica, esotérica, y también como una fuente de conocimiento lógico, objetivo y democrático sobre el mundo. Esto además supone una cierta aceptación de que el conocimiento científico toca nuestras vidas íntimamente, pero al mismo tiempo la ciencia "no es para nosotros" o, dicho de otro modo, el público piensa que está reservada para los especialistas que la practican y entienden.

Otro aspecto que causó debate fue el análisis de la correlación y las relaciones entre diferentes dimensiones de la cultura científica (conocimiento, actitudes, interés, acceso a la información) y diferentes indicadores sociales y culturales. Por ejemplo, la correlación entre los bajos niveles de alfabetización científica y las actitudes negativas hacia la ciencia y la tecnología (un supuesto fuerte explícito o tácito en muchos programas de popularización de la ciencia) fue puesta en duda por muchos autores. Otras relaciones merecen un cuidadoso análisis. Por ejemplo, mientras que algunas encuestas parecen vincular el nivel de rechazo a los alimentos genéticamente modificados con la falta de interés o conocimiento sobre hechos y conceptos de la biotecnología, un análisis estadístico cuidadoso parece mostrar al menos tres aspectos: en primer lugar, en Europa hay indicios de que el rechazo a ciertas aplicaciones específicas de la ingeniería genética no estaría basado en el nivel de conocimiento, ni con la percepción de un eventual alto nivel de riesgo, sino, más

fuertemente, con una evaluación ética de cada aplicación (ver, por ejemplo, Gaskell, Bauer, 2001). En segundo lugar, que los niveles más altos de conocimiento o exposición a los medios pueden ser eventualmente correlacionados, al menos en algunos casos, no con una mayor aceptación en general, sino con puntos de vista y percepciones más complejas y críticas. Y, en tercer lugar, que los bajos niveles de conocimiento factual no implican automáticamente la imposibilidad de que la gente participe en el debate social (por ejemplo, respecto a la clonación o a los organismos genéticamente modificados) con alguna competencia, derivada del conocimiento no experto (ver PABE/EC, 2001).

### **3. LA MEDICIÓN EN LOS PAÍSES IBEROAMERICANOS**

Como se ha señalado en la presentación, el estudio de la percepción social de la ciencia ha alcanzado cierto grado de desarrollo en varios países del ámbito iberoamericano. A la par de los estudios específicos y de las encuestas nacionales de percepción que se han realizado, un grupo cada vez mayor de investigadores se ha estado preocupando por analizar este tema en función de los estudios de la dinámica social de la ciencia y de la cultura científica.

En muchos aspectos este proceso fue estimulado por la OEI y la RICYT desde 2001, a través de los estudios que estas instituciones pusieron en marcha a partir del proyecto indicadores iberoamericanos de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana. En particular: análisis cualitativos sobre el marco institucional de la cultura científica; participación ciudadana en temas claves de la investigación y el desarrollo; percepción y consumo de información científica a través de diversas fuentes; percepción de los riesgos asociados a la ciencia y la tecnología, tomando como estudio de caso algunas aplicaciones biotecnológicas; y, finalmente, análisis de los elementos que configuran el imaginario social sobre ciencia y tecnología. Los resultados de estas investigaciones ayudaron a formular la primera encuesta comparativa de carácter piloto y exploratorio que se aplicó en noviembre de 2002 en Buenos Aires, San Pablo, Montevideo y Salamanca. La encuesta reunió, además, diferentes aproximaciones metodológicas para explorar mecanismos válidos de interpretación de las respuestas del público a este campo de la investigación social (Vaccarezza et al, 2003c).

Los resultados del estudio piloto fueron significantes ante todo porque motivaron un interés creciente y estimularon un debate regional hasta ese momento no explicitado. La tendencia general que mostró la encuesta fue la misma en los cuatro países. El imaginario social percibe a la ciencia como una aventura de “grandes descubrimientos” y “avances tecnológicos”, siendo útil para mejorar la calidad de vida (en términos de condiciones materiales, salud, racionalidad, etc.). Además, a pesar de los puntos de vista negativos sobre temas específicos (como la energía nuclear, y ciertas aplicaciones biotecnológicas) el público percibe que la ciencia es una necesidad. Todas estas

expresiones, sin embargo, caen dentro de un contexto general donde la información científica no es seguida por el público y donde la participación ciudadana en controversias sociales es realmente muy restringida. Más allá de los resultados en sí mismos, la investigación permitió confirmar en términos metodológicos las limitaciones de las encuestas masivas para cubrir adecuadamente los vínculos entre ciencia, tecnología y sociedad en términos de la percepción del público. La cultura científica no incluye solamente la comprensión y el apoyo público a la ciencia sino un marco social y político más amplio. Asimismo, la encuesta mostró la importancia de enfatizar el desarrollo de estudios cualitativos e indicadores específicos a nivel regional que también pudieran ser comparados a nivel internacional. Estas experiencias fueron discutidas en varios talleres [Salamanca (2003), Bogotá (2003), São Paulo (2003), San José (2004), Buenos Aires (2004), Santa Lucía (2005), São Paulo (2005), Antigua (2005), Tenerife (2005), Lima (2005) etc.]. Como resultado de esto, los investigadores de la región han propuesto algunas direcciones para mejorar la calidad de la investigación y los indicadores en este campo

### **4. ESTÁNDAR IBEROAMERICANO DE INDICADORES DE PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA**

Las políticas de ciencia y tecnología han adquirido cada vez mayor complejidad, en la medida en que la ciencia y la tecnología se han tornado más imbricadas con la economía, la política y la cultura. Esta situación ha producido que los procesos de toma de decisión política requieran con mayor urgencia “(...) abundante información cualitativa y cuantitativa sobre los recursos disponibles, los resultados alcanzados, las tendencias y los escenarios futuros. Es vital la necesidad de información estadística, indicadores y modelos para conocer e interpretar qué está sucediendo con el sistema científico y tecnológico; debido al hecho de que los recursos son limitados, las políticas adoptadas deben basarse en información confiable” (RICYT, 2004).

El terreno de la percepción social de la ciencia es un ejemplo de este nuevo tipo de indicadores que necesitan ser construidos para afrontar de manera más adecuada la relación ciencia-sociedad y mejorar las estrategias de comunicación de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, uno de los principales aspectos de la coyuntura iberoamericana señala que los indicadores que se construyen en la región, cuando se miran en detalle, tienen un alto grado de heterogeneidad y baja estandarización. En muchas ocasiones, incluso cuando se han hecho esfuerzos por incluir las mismas preguntas en las encuestas nacionales, la dispersión metodológica de las encuestas hace difícil comparar los resultados adecuadamente.

El estado del arte en la región, es decir la proliferación de estudios de este tipo que involucra todos los años a algún nuevo gobierno, permite afirmar que estamos ante un momento oportuno para ampliar el debate conceptual y

metodológico sobre la construcción y estandarización de los indicadores de percepción social de la ciencia y la tecnología, así como ha ocurrido recientemente con los indicadores de innovación. El proceso debería conducirnos a la obtención de indicadores que puedan cumplir con el cometido de reflejar adecuadamente las tendencias de opinión pública de Iberoamérica y tener buenos parámetros para la comparación internacional. OEI, RICYT y FECYT han comprendido en este sentido que la elaboración de criterios comunes es indispensable para obtener información confiable y comparable. Esta idea está en la base del acuerdo que firmaron a fines de 2005 y que dio lugar al “proyecto de estándar iberoamericano de indicadores de percepción social de la ciencia”, cuyo objetivo es hacer en el mediano plazo una primera propuesta metodológica de un conjunto discreto de preguntas e indicadores para la recolección de datos a través de encuestas masivas, pensada para la utilización de especialistas y gobiernos interesados en el diseño y análisis de políticas de comunicación social.

El hecho de que la percepción social se haya transformado en un tema de importancia para las políticas regionales está relacionado -como ha sucedido en los países desarrollados hace dos décadas- con un amplio debate acerca de cómo acercar la sociedad a la ciencia y cómo poner a la ciencia al servicio de la sociedad y de sus intereses. La expectativa por detrás de este tipo de estudios y análisis es que la sociedad pueda aprovechar el conocimiento científico y tecnológico como un recurso para su crecimiento y, al mismo tiempo, para involucrarse responsablemente en el curso de los acontecimientos que están mediados por conocimientos científicos y tecnológicos. Y en este sentido la encuesta nacional se legitimó como instrumento de la política debido a que su utilización garantiza una consulta extensiva en un período corto de tiempo para evaluar actitudes, opiniones y comportamientos en la población entera o segmentos de ella.

Las preguntas desarrolladas primeramente por la NSF para medir las actitudes y el conocimiento han sido generalmente aceptadas en otros países (comenzando por los estudios europeos), validándose una forma de analizar esta problemática que viene siendo utilizada de forma rutinaria pese a ciertas debilidades metodológicas y estadísticas que han sido señaladas recientemente (R. Pardo, F. Calvo, 2002). La proliferación de estudios gubernamentales y académicos ha sido saludable desde el punto de vista del crecimiento cuantitativo de este campo de la investigación social. Sin embargo, la reflexión sociológica y comunicativa acerca de los modelos de comunicación y cultura científica implícitos en estas encuestas, así como los análisis estadísticos para determinar la fiabilidad de los indicadores propuestos, han tenido un desarrollo minoritario.

A esto hay que sumarle el hecho de que cuando se habla de la medición de la percepción social de la ciencia en Iberoamérica este tema requiere tomar algunos recaudos metodológicos particulares, diferentes a los que se tomaron en cuenta en los países desarrollados en los distintos momentos en que se diseñaron y ajustaron los instrumentos de encuestas. En los países en desarrollo, la

ciencia y la tecnología no están socialmente institucionalizadas ni forman parte, en términos generales, de los recursos de crecimiento. Se puede postular que la ciencia y la tecnología tienen indudablemente algunas características universales pero, sin embargo, en tanto actividades sociales están modeladas por actores concretos dentro de situaciones políticas, económicas y culturales también particulares. En este sentido, es posible pensar que los países de Iberoamérica deberían hacer un esfuerzo particular para adecuar las metodologías a las características regionales. En este sentido, también es una oportunidad para revisar los modelos de comunicación y cultura subyacentes en los estudios tradicionales. Esto hace necesario un proceso de armonización metodológica y clasificación que, por una parte, recoja lo mejor de las experiencias internacionales de tal forma de mantener la posibilidad de las comparaciones de indicadores y, por otro lado, refleje las realidades locales. Los indicadores son representaciones cuantitativas puntuales de procesos que son dinámicos y socialmente situados, pero que igualmente hacen posible obtener información agregada a distintos niveles y, por lo tanto, su estimación brinda insumos para la implementación de políticas públicas. De todos modos, hay que tomar en cuenta que para la construcción y el análisis de los indicadores se necesita determinar qué tipo de diagnóstico se está intentando hacer. En otras palabras, y aunque parezca fútil reiterar esta premisa, para un correcto diseño de los estudios de percepción y sus indicadores, también se necesita definir de antemano qué tipo de política se está esperando implementar.

Un estándar iberoamericano es indispensable, por otra parte, para asegurar que cuando los países informan sobre los resultados de sus encuestas de percepción lo están haciendo sobre la base de un cálculo de la información que es equivalente. Solamente de esta forma se podrá decir con mayor exactitud que la información que refiere al consumo de información científica por parte de la población, al conocimiento de instituciones del sistema científico y tecnológico, o la actitud frente al financiamiento público de la investigación, por mencionar sólo tres ejemplos, es comparable a escala regional.

La primera fase involucrada en la obtención del estándar es la definición operativa de los conceptos -o atributos- que se quieren poner bajo observación. Este tema es especialmente relevante como punto de partida aunque, al mismo tiempo, es una cuestión indudablemente problemática ya que, como se señaló en otras ocasiones, la literatura especializada apela a diferentes conceptos - algunas veces entre sí intercambiables- para referirse a los vínculos entre ciencia y sociedad en términos de percepciones sociales. El estándar metodológico no se ha planteado como misión clausurar el debate en torno a los alcances de la cultura científica y sus conceptos asociados, aunque sí tiene por objetivo explicitar estos conceptos, ponerlos sobre la mesa, y discutir cuál es el más apropiado para capturar el fenómeno que se pretende medir.

En una segunda instancia, de la misma forma en que se necesitan definiciones conceptuales operativas, también se requiere abrir la discusión a los demás aspectos

metodológicos inherentes a la construcción de un estándar, es decir, se requiere responder a la pregunta de cómo se debe hacer la medición. Entre los temas que deberían ser considerados se pueden mencionar los siguientes:

- *Elaboración de las preguntas para la encuesta* que reflejen las variables que se quieren medir y faciliten la comparación internacional.
- *Determinación de las variables que tratan de ser medidas*, reflejando los acuerdos previos de carácter conceptual e incorporando una metodología que unifique los valores que asumen dichas variables.
- *Confección de las muestras de análisis*, de tal forma que se facilite la confiabilidad de los resultados y la existencia de universos que sean plenamente comparables en términos estadísticos entre países.
- *Construcción de indicadores* que representarían una medición agregada y compleja que permitiría describir o evaluar un fenómeno, su estado y evolución. Estos indicadores deben tener algunas de las siguientes características: ser generales; permitir la correlación de variables distintas o de distintos contextos; viabilizar la cuantificación; asegurar la temporalidad y constituirse en componentes básicos de desarrollos teóricos (E. Martínez, M. Albornoz, 1998: 11). De esta manera, por ejemplo, podría evaluarse el nivel de consumo de información científica que tiene una población, ponderando el peso de diversas variables.
- *Propuesta de los procedimientos adecuados para la medición* (entrevistas personales, telefónicas, supervisión, etc.) y los intervalos recomendados en la aplicación periódica de los estudios (una vez por año, cada dos años, etc.).

La metodología, y los indicadores que pudieran resultar de ella, no pretenden agotar la complejidad de la percepción social y la cultura científica sino que fundamentalmente se concibe como una síntesis operativa para que los países iberoamericanos se puedan comparar entre sí a través de un estándar metodológico común.

En el equipo del proyecto del estándar participan representantes de OEI, FECYT, RICYT, FAPESP, y también de algunos organismos de ciencia y tecnología y universidades de la región. Hasta el momento se han realizado dos reuniones de trabajo generales en las ciudades de Tenerife (España) y Lima (Perú), además de algunos encuentros parciales en Argentina, Brasil y España. Para la realización de estas reuniones se han preparado algunos documentos de análisis. Uno de ellos, de particular importancia, consistió en la identificación de las dimensiones de análisis que hasta ahora han cubierto las encuestas nacionales que se aplicaron en Iberoamérica. En función de esto se caracterizaron cinco niveles analíticos que son comunes en la región: los indicadores de conocimiento, las actitudes/valoraciones sobre la ciencia y la tecnología, el consumo y el interés por la información científica y tecnológica, la apropiación del conocimiento científico y tecnológico para la vida diaria, y

una dimensión de opinión pública sobre la ciencia y la tecnología de origen local. En cada una de estas dimensiones se aislaron y revisaron las preguntas e indicadores que hasta la fecha han sido más fructíferos para el análisis en cada país y sobre la base de este material se está preparando una propuesta sintética de preguntas e indicadores posibles de postularse para el estándar. Se espera que hacia finales de 2006 y principios de 2007 se pueda contar con una primera versión de un manual que recoja el fruto de este trabajo y comience a ser discutido en foros académicos y científicos de la región para su validación. Asimismo, la expectativa de las instituciones que impulsan el proyecto es que durante 2007 se pueda aplicar nuevamente una encuesta piloto comparativa en algunas ciudades de la región, esta vez utilizando los indicadores propuestos en el manual para probar su validez y confiabilidad estadística y metodológica de cara a la necesidad de su estandarización.

El estándar de indicadores tiene un objetivo muy concreto: transformarse en un recurso metodológico para que los gobiernos de Iberoamérica tengan la posibilidad de aplicarlo -de forma completa o en parte- en las encuestas de percepción social de la ciencia de carácter macro social y comparar sus resultados sobre una mejor base metodológica que la que se dispone en la actualidad. Este es un paso importante, pero que debe ser articulado con otras acciones y estudios para comprender de forma más acabada la cultura científica en la sociedad. Un elemento central que atañe tanto a la definición como a la utilización de los indicadores de percepción social, es la necesaria articulación que los indicadores que se obtienen a través de las encuestas nacionales debieran tener con otros indicadores que den cuenta del sistema de comunicación pública de la ciencia. En el apartado que sigue intentaremos, para finalizar, dar algunas pistas sobre la dirección posible que podría seguir un programa de investigación y desarrollo de indicadores en el marco de los análisis de la cultura científica como atributo social.

## **5. MÁS ALLÁ DEL ESTÁNDAR Y DE LAS ENCUESTAS NACIONALES: HACIA UN SISTEMA DE INDICADORES DE CULTURA CIENTÍFICA**

En el campo de la comprensión pública de la ciencia cada vez comienza a ser más evidente que la cultura científica no puede ser analizada simplemente en términos de conocimientos y competencias individuales. De acuerdo con Roth y Lee (2002), por ejemplo, la alfabetización científica es

Una propiedad de la actividad colectiva, más que de mentalidades individuales. Pensamos que el conocimiento y el aprendizaje de la ciencia están situados y se distribuyen a través de los aspectos sociales y materiales de un contexto [...] Colectivamente se producen formas mucho más avanzadas de alfabetización científica que las que cualquier individuo (incluyendo los científicos) podrían producir. La creación de oportunidades para que la alfabetización científica surja desde una actividad colectiva, sin importar si uno o más participantes conocen hechos científicos básicos, presenta a los educadores en ciencia desafíos muy diferentes a la enseñanza de hechos básicos y habilidades

en forma individual.

Mediante un abordaje diferente, pero en un contexto similar, Godin y Gingras (2000) definen la cultura científica y tecnológica como “la expresión de todos los modos a través de los cuales los individuos y la sociedad se apropian de la ciencia y la tecnología”, y sostienen que aquélla tiene dos dimensiones, la individual y la social:

La cultura CyTes mucho más que todo lo antedicho. Nuestra pista nos ha conducido a considerar el proceso de apropiación de la ciencia y la tecnología y sus efectos sobre los individuos dentro de una sociedad. Sin embargo, ¿puede la simple referencia a la suma de los atributos y prácticas individuales describir adecuadamente los esfuerzos de la sociedad para apropiarse de la ciencia y la tecnología? En nuestra opinión, contestar esto en forma afirmativa, conlleva a producir un corto-circuito en la dimensión específicamente colectiva de la cultura CyT.

En otros trabajos [Albornoz et al. (2003), Polino (2003)], basados en argumentos de Wynne y otros, también se discute la noción de cultura científica y alfabetización:

La propia noción de cultura científica es problemática. Brian Wynne (1995) observa que usualmente las interpretaciones de los resultados de las encuestas son simplistas porque el enfoque de la cultura científica es limitado: los estudios tradicionales utilizan, por defecto, una noción de “ciencia” ortodoxa, entendida como cúmulo coherente de conocimientos fijo y certero, que se construye bajo la atenta vigilia de una metodología fiable sobre una realidad natural subyacente. [...] La cultura científica es entendida entonces como forma de instrucción, de acumulación del saber, sea éste socialmente válido o no. En este sentido, cultura científica y “alfabetización científica” están asimiladas. No obstante, a nuestro entender la “alfabetización científica” no tiene un carácter equivalente a la cultura científica, ya que esta última 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, ausente en la primera en la medida en que la “alfabetización científica” se centra en el individuo.

La cultura científica en una sociedad es un ecosistema compuesto de ideas, símbolos, recursos, representaciones y actividades. Se podría pensar que los procesos sociales que conducen a la generación de cultura científica y a la construcción de las imágenes públicas sobre la ciencia y la tecnología podrían ser investigados individualizando algunos indicadores de carácter macro que describan propiedades emergentes. Esta perspectiva analítica, como se dijo, necesita la puesta en marcha de un programa de investigación social sobre estos temas. Como una propuesta muy preliminar que aspira únicamente a motivar la discusión, damos algunos insumos para pensar un sistema de indicadores.

## 5.1 Reformulando los indicadores estándar de cultura científica

El esfuerzo y la experiencia acumulada hasta la fecha

indican como razonable que las mediciones clásicas de interés, conocimiento y actitudes hacia la ciencia y la tecnología deberían seguir usándose para desarrollar un conjunto central de indicadores que permita comparaciones internacionales. No obstante, habría que realizar un análisis cuidadoso conceptual, estadístico y metodológico. Por ejemplo, las preguntas de cuestionario relativas al conocimiento deberían contener un núcleo central de ítems usados internacionalmente que puedan ser considerados equivalentes. Ello debería realizarse a partir de la relevancia estadística de los ítems elegidos (como se discute usualmente en varias encuestas), y también desde el punto de vista de la apropiación colectiva de los conceptos involucrados. Para alcanzar esto se podrían efectuar investigaciones preliminares sobre la currícula educativa local y sobre el tipo de discurso social y mediático en relación a cada tópico a fin de verificar que los ítems elegidos para las preguntas de verdadero/falso posean niveles comparables de incorporación en la agenda social. De hecho una afirmación común y aparentemente simple tal como “el oxígeno que respiramos proviene de las plantas” podría tener, en realidad, diferentes significados en distintos países. En Estados Unidos y Europa tal afirmación es clasificada socialmente como verdadera. En Brasil, por ejemplo, los intereses sociales y políticos conllevan fuertes afirmaciones acerca de que la selva amazónica no es el “pulmón verde del planeta”, y la popularización educativa y mediática difundió la noción de que la mayor parte del oxígeno que respiramos proviene de microorganismos de los océanos, de modo que la gente con niveles medios o altos de “alfabetización científica” podría responder el interrogante de un modo muy diferente al de sus pares del norte.

Si bien estas preguntas pueden ser usadas para realizar comparaciones, se debería realizar una cuidadosa investigación a fin de comprender qué es lo que en realidad comparamos: ¿es la “alfabetización científica” o, tal vez, algún tipo de indicadores que miden, por ejemplo, niveles de exposición a / incorporación de cierto tipo de discurso social sobre ciertos tópicos? El análisis estadístico, por otra parte, y especialmente cuando se orienta a detectar la correlación entre conocimiento, actitud e interés, debería ser relevante y tomar en cuenta los problemas citados arriba.

Los indicadores de interés podrían ser construidos midiendo también los niveles de información científica demandados por el público (por ejemplo: la cantidad de ciencia en los medios y su nivel de “audiencia”), para corregir posibles sesgos ligados a la auto-declaración. Asimismo deberían ser evaluados los efectos de la agenda de los medios de comunicación sobre la recepción de los mensajes.

También debería realizarse un cuidadoso análisis de los grupos de públicos, mediante métodos cualitativos y cuantitativos. Los análisis estadísticos deberían ir, en este sentido, más allá de la estadística descriptiva simple e introducir técnicas de análisis multivariado que hagan más sólidas las interpretaciones de los resultados. Como lo mostró un estudio de la Office of Science and Technology

and the Wellcome Trust (2000) del Reino Unido, en algunos aspectos las habituales clasificaciones bipartitas (interesado/no interesado) o tripartitas pueden no responder a la complejidad de la percepción del público. De un modo similar, la bipolaridad y las aparentes contradicciones habitualmente observadas en la percepción pública de la ciencia pueden ser vistas no sólo como una prueba de analfabetismo sino también como un síntoma del hecho de que la ciencia está tan profundamente arraigada en la cultura y la vida social que asume algunas connotaciones míticas (Castelfranchi, 2004; Levi-Strauss, 1960; Sperber, 1996).

## 5.2 Indicadores de procesos colectivos

Los procesos colectivos conducentes a la construcción de la cultura científica pueden ser estudiados tomando como indicadores aspectos tales como consumo de comunicación social de la ciencia (medios de comunicación, visitas a museos y centros de ciencia, etc.); conflictos socialmente debatidos que derivan de la investigación científica y el desarrollo tecnológico; participación social en la toma de decisiones; grupos de interés; discursos sobre riesgos; representaciones sociales, etcétera (Albornoz et al., 2003) Entre estos tópicos, se pueden señalar algunas propuestas preliminares y no exhaustivas de posibles indicadores que podrían ser desarrollados sobre los siguientes caminos, luego de una cuidadosa evaluación y estudios exploratorios de relevancia y confiabilidad:

### ***Indicadores de impacto de la ciencia y la tecnología en los medios de comunicación***

Los indicadores adecuados pueden estar vinculados con el porcentaje de espacio que dedican los medios a temas y debates científicos y tecnológicos, ponderados a través de factores convenientes ligados a la posición, evidencia, importancia y género de cada ítem informativo. Recientemente se han llevado a cabo estudios en Argentina, Brasil y España sobre análisis de la oferta informativa. Otro posible indicador podría ser representado por la relevancia atribuida a la ciencia y la tecnología por los medios. Por ejemplo, el porcentaje de espacio dedicado a la ciencia y la tecnología, dividido por el porcentaje en número de artículos de ciencia y tecnología, podría conducir a un índice que muestre si un artículo típico sobre estos temas tiende a ser, en promedio, más largo o más corto que aquéllos que cubran otros tópicos. En un estudio reciente que hizo el Centro REDES sobre los principales diarios argentinos (C. Polino, ME. Fazio, D. Chiappe et al, 2006) se propone un indicador de esta naturaleza, así como un índice de atención a los temas de ciencia y tecnología que permite medir la intensidad con la cual un diario incorpora estos contenidos en su menú informativo.

### ***Indicadores de debates sociales y de apropiación de la ciencia y la tecnología***

Aquí se podrían incluir, por ejemplo, el porcentaje de debates/discusiones/votaciones en el Parlamento relacionadas con temas de ciencia y tecnología. Hay

evidencia que muestra que estas situaciones están creciendo sostenidamente en varios países del mundo. Asimismo también se puede contemplar la evaluación de las personas sobre la participación y el debate. Por otra parte, algunas de las preguntas relativas al conocimiento usadas comúnmente para decidir si una persona está “científicamente alfabetizada” o no (siguiendo el “modelo de déficit”) podrían ser invertidas y reformuladas para medir el nivel de apropiación social de algunos conceptos o debates científicos fundamentales. En lugar de medir la “alfabetización” de las personas (detectando básicamente qué es lo que la gente no sabe), se podría intentar detectar el nivel de incorporación social de la ciencia y la tecnología, midiendo lo que la gente sabe aun cuando no esté completamente alfabetizada. A modo de ejemplo, reformulando el concepto de “distancia cultural” (desarrollado por Raza, Singh y Dutt, 2002), podríamos decir que cuando un asunto científico es dominado por una mayoría de personas no alfabetizadas, o por personas con pocos años de educación escolar, ello significa que puede ser considerado parte de la cultura colectiva.

### ***Indicadores de penetración de la ciencia y la tecnología en representaciones e imágenes sociales***

Se trataría de trabajar indicadores de connotaciones y símbolos profundos en la imagen pública de la ciencia, la tecnología y los científicos. Por ejemplo, el listado cuantitativo de “Draw-A-Scientist Test” (DAST) [Chambers, 1983], si fuese reformulado a fin de estudiar no sólo los “defectos” en las percepciones sino también el conjunto de la construcción de la imagen de los científicos en niños y adolescentes, podría ser un indicador útil de algunos elementos profundos de la representación pública de la ciencia y del papel de los científicos en la sociedad. Con este fin, el listado debería ser modificado a fin de incluir no sólo imágenes “negativas” o “estereotipadas” de los científicos, sino aspectos más complejos de la ciencia y los científicos “en acción”. Algunos trabajos preliminares en este sentido fueron realizados con niños italianos mediante grupos focales integrados con actividades de tipo DAST y situados dentro de un contexto narrativo (Castelfranchi et al., 2004; Castelfranchi, 2004).

También se podría hablar de indicadores de “transversalidad” en la imagen pública de la ciencia. La presencia de la ciencia en los medios por fuera de los “compartimientos” clásicos (secciones Salud y Medicina, secciones de ciencia y tecnología en diarios y revistas, documentales, canales de TV sobre ciencia) y transversal a los géneros, flujos y canales de comunicación clásicos (noticias de ciencia, ciencia popular) podrían ser un interesante indicador de en qué medida el discurso científico está incorporado en la cultura considerada en su conjunto. La frecuencia de algunas palabras clave y conceptos científicos y tecnológicos en artículos editoriales, cartas al editor, artículos de opinión política, etc., podría constituir un indicador cuantitativo de la incorporación de la ciencia y la tecnología en el discurso social.

Otro aspecto de indagación interesante está relacionado con la utilización que hace la publicidad de conceptos y

hechos científicos. El mercado publicitario suele apelar con frecuencia a este tipo de elementos (sobre todo en lo inherente al cuidado del cuerpo, de la ropa, etc.) utilizando imágenes profundamente arraigadas en la cultura popular. Elementos provenientes de la ciencia y la tecnología que son utilizados para vender un producto pueden constituir buenos indicadores del nivel de penetración de la ciencia en los procesos colectivos. En este sentido, una lista cuantitativa de metáforas y símbolos provenientes, también indirectamente, de la ciencia (por ejemplo: metáforas o imágenes basadas en la "evolución", la "complejidad", las "plasticidad", la "red", los "organismos", la "simulación", etc.) podrían proveer indicadores aún más interesantes que las palabras explícitas, los hechos, los descubrimientos y las aplicaciones tecnológicas (que son fácilmente detectadas en la publicidad).

### 5.3 Indicadores del nivel institucional de la cultura científica

En esta clase podemos incluir algunos de los clásicos y bien estudiados indicadores de ciencia y tecnología, tales como los indicadores de políticas (inversión, universidad, número de científicos, ingenieros, doctores, etc.), productividad científica y tecnológica, cantidad/tipo de instituciones científicas, etc. No obstante, también deberían ser tomados en cuenta otros indicadores referidos a la intensidad de la presencia de la ciencia y la tecnología en la agenda y el debate institucionales. Por ejemplo: indicadores de la comunicación pública institucional de la ciencia y la tecnología: ¿cuántas instituciones científicas realizan comunicación pública de la investigación? ¿Cómo? ¿Gastando cuánto dinero? ¿Con qué impacto? (días de puertas abiertas, publicaciones, sitios de Internet para el público, cafés científicos, etcétera). También indicadores de espacios y actividades institucionales que promueven el debate público y la comprensión de la ciencia y la tecnología (por ejemplo, centros de monitoreo de la ciencia y actividades de museo, foros, etcétera). Así como indicadores de organismos institucionales dedicados a la evaluación del impacto social, los riesgos y beneficios de la ciencia aplicada y las nuevas tecnologías (comités de ética con participación pública abierta, conferencias de consenso, comités de evaluación del riesgo, etcétera).

## BIBLIOGRAFÍA

ALBORNOZ, M.; VACCAREZZA, L.; POLINO, C.; FAZIO, M.E. (2003): "Resultados de la encuesta de percepción pública de la ciencia realizada en Argentina, Brasil, España y Uruguay", Documento de Trabajo N°9, Buenos Aires, Centro REDES. Disponible en: <http://www.centroredes.org.ar/template/template.asp?nivel=documentos&cod=00>

BAUER, M., DURANT, J., EVANS, G. (1993): "European public perceptions of science". *International Journal of Public Opinion Research* 6 (2): 164-86.

CAPPER P, BULLARD T. (1997): *Science and Technology Interest, Understanding and Attitudes in the New Zealand Community*. Wellington: Ministry of Research, Science and Technology (Report No 69).

CASTELFRANCHI, Y., MANZOLI, F., GOUTHIER, D., CANNATA, I. (2004): "Ciência, tecnologia e cientistas no olhar das crianças: um estudo de caso". Colóquio Internacional "Teoria Crítica e Educação". São Paulo: UNIMEP.

CASTELFRANCHI, Y. (2004): "Toward a 'palaeontology' of public representation of science", Paper presented at PCST-8 Congress. Barcelona: PCST-8 (Public Communication of Science and Technology).

\_\_\_\_\_, Y. (2002): "Scientists to the streets: Science, politics and the public moving towards new osmoses". *Jcom*, 1 (2). In: <http://jcom.sissa.it/focus/foc010201.pdf>

CHAMBERS, D.W. (1983): "Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test." *Science Education* 67(12): 255-65.

COLCIENCIAS (1994): "Primera encuesta sobre la imagen de la ciencia y la tecnología en la población colombiana", trabajo presentado en el Primer Taller de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana, RICYT/ OEI / Universidad de Salamanca (España), Salamanca, mayo de 2003, disponible en: [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org)

CONACYT (2003): "Encuesta sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología en México, 2002", Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, México.

DURANT, J. R. (1993): "What is scientific literacy?". In J. R. Durant & J. Gregory (Eds.). *Science and culture in Europe*. London: Science Museum: 129-137.

DURANT, J. R., EVANS, G. A., THOMAS, G. P. (1989): "The Public Understanding of Science". *Nature* 340: 11-14.

EUROPEAN COMMISSION (2003): "Public Opinion in the countries applying for European Union Membership", CC-EB 2002.3, Science & Technology, disponible en: [http://europa.eu.int/comm/public\\_opinion](http://europa.eu.int/comm/public_opinion)

\_\_\_\_\_(2001): *Europeans, Science and Technology, Eurobarómetro 55.2*, disponible en: [http://europa.eu.int/comm/public\\_opinion/archives/eb/eb55\\_154\\_n.pdf](http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/eb/eb55_154_n.pdf)



\_\_\_\_\_ (1997): Science, Research and Development. European opinions on modern biotechnology, Eurobarometer 46.1. Brussels: European Commission: Directorate General XII

FECYT (2003): Percepción social de la ciencia y la tecnología en España, Madrid.

FJAESTED, B. (1996): Public perception of science, biotechnology, and a new university. Ostersund: Mid-Sweden University.

GASKELL, G., ALLUM, N., BAUER, M., DURANT, J., et al. (2000): "Biotechnology and the European Public". *Nature Biotechnology*, 18 (September): 935-938.

GASKELL, G., BAUER, M. [eds] (2001): *Biotechnology 1996-2000: The Years of Controversy*. London: Science Museum Press and East Lansing, MI: Michigan State University Press.

GODIN, B., GINGRAS, Y. (2000): "What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model", *Public Understanding of Science* 9: 43-58.

JAPANESE PRIME MINISTER'S SECRETARIAT (1995): *Public Opinion Poll on Science and Technology and Society*.

LÉVI-STRAUSS, C. (1960): "La Structure et la Forme. Réflexions sur un ouvrage de Vladimir Propp". *Cahiers de l'Institut de Science Economique Appliquée*, M, n.7.

NCAER (2005), *India Science Report. Science Education, Human Resources and Public Attitude towards Science and Technology*, National Council of Applied Economic Research, Nueva Delhi.

NATIONAL SCIENCE BOARD (2004): "Science and Technology: Public attitudes and understanding", *Science and Engineering Indicators - 2004*, Volumen 1, NSF, Arlington, VA.

MASTIC, Malaysian Science And Technology Information Centre (2001): *The Public Awaneress of Science and Techonology Malasya 2000*. Malasya: MASTIC

MINISTRY OF RESEARCH SCIENCE AND TECHNOLOGY (2002): "Commonsense, trust and science. How patterns of beliefs and attitudes posses challenges for effective communication". Disponible en: <http://www.morst.govt.nz/?CHANNEL=Research+reports&PAGE=Research+reports>

MORI (1999): *The Public Consultation on developments on the biosciences: volume 1: a MORI report investigating public attitudes to the biological sciences and their oversight*. London: Department of Trade and Industry.

OCES (2000): "Inquérito à Cultura Científica dos Portugueses 2000", *Observatório da Ciência e do Ensino Superior, Ministério de Ciência e do Ensino Superior*, disponible en: [http://www3.oces.mces.pt/relat\\_popup.php?id\\_item=50652&past a=6](http://www3.oces.mces.pt/relat_popup.php?id_item=50652&past a=6)

OST, Office Of Science And Technology And The Wellcome Trust (2000): "Science and the public: a review of science

communication and public attitudes towar science in Britain". London: The Science Museum.

PABE/EC (2001): *Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe*. Final Report of the PABE research project. Brussels: European Commission/DG12.

PARDO, R.; CALVO, F. (2002): "Attitudes toward science among the European public: a methodological analysis", *Public Understanding of Science*, N°11, UK, pp. 155-195.

PETKOVA, K., BOYADJIEV, T., GORNEV, G., TCHALAKOV, I., BAUER, M. (1997): *Scientific institutions in a society of transition: Strategies of modernisation*. Sofia: Project report to the Soros Foundation.

POLINO, C.; CHIAPPE, D.; FAZIO, ME (2006): "Análisis de la oferta informativa sobre ciencia y tecnología en los principales diarios argentinos", *Informe Final, Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, SECYT*. Disponible en: [www.observatorio.secyt.gov.ar](http://www.observatorio.secyt.gov.ar)

POLINO, C.; VACCAREZZA, L.; FAZIO, M.E. (2004): "Indicadores de percepción pública de la ciencia. Aplicación de la experiencia RICYT/OEI en la encuesta nacional de Argentina y comparación internacional", en *El estado de la ciencia*, Buenos Aires, RICYT.

POLINO, C. (2004): "The wise and the ignorant, or a dangerous distinction for Latin America", *Journal of Science Communication*, Sissa, ISSN 1824 - 2049. Disponible en: [jcom.sissa.it/focus/foc030302\\_or.pdf](http://jcom.sissa.it/focus/foc030302_or.pdf)

RICYT (2004): "Declaración final", *Sexto Taller Iberoamericano/Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología*, Buenos Aires, 15-17 de septiembre. Available at: <http://www.ricyt.org/interior/normalizacion/VITaller/DeclaraciónVITaller.pdf>

RAZA, G.; SINGH, S.; DUTT, B.; CHANDER, J. (1996): *Confluence of science and people's knowledge at the sangam*. New Delhi: NISTED.

RAZA, G., SINGH, S., DUTT, B. (2002): "Public, Science and Cultural Distance", *Science Communication* 23: 293-308.

ROTH, W-M., LEE, S. (2002): "Scientific literacy as collective praxis", *Public Understanding of Science* 11: 33-56.

SECYT (2004): *Los argentinos y su visión de la ciencia y la tecnología. Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia* (Equipo de proyecto: Mario Albornoz, Leonardo Vaccarezza, Carmelo Polino y María Eugenia Fazio), Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

SENACYT (2001): *Indicadores de percepción social de la ciencia y la tecnología en Panamá - 2001*, Panamá.

SPERBER, D. 1996. *La Contagion des idées*. Paris: Odile Jacob.

VACCAREZZA, L.; POLINO, C.; FAZIO, M.E. (2003): "Hacia una medición de la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos", en *El estado de la ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos*, Buenos Aires, RICYT/CYTED.

\_\_\_\_\_, L.; \_\_\_\_\_, C.; \_\_\_\_\_, M.E. (2003b): "Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos. Aproximación a problemas conceptuales", en Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología e Innovación, número 5 enero/ abril, ISSN: 1681-5645, OEI, España. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero5/articulo1.htm>

VACCAREZZA, L.; LÓPEZ CEREZO, J.A.; LUJÁN, J.L.; POLINO, C.; FAZIO, M.E. (2003c): "Indicadores iberoamericanos de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana (2001-2002). Documento de base", Documento de Trabajo N°7, Buenos Aires, Centro REDES. Disponible en: <http://www.centroredes.org.ar/template/template.asp?nivel=documentos&cod=00>

VOGT, C.; POLINO, C. [comp.] (2003): Percepción pública de la ciencia. Resultados de la encuesta en Argentina, Brasil, España y Uruguay, FAPESP, LABJOR/UNICAMP, OEI, RICYT/CYTED, San Pablo.

WYNNE, B. (1992): "Public understanding of science research: New horizons or hall of mirrors?" Public Understanding of Science 1(1): 37-43.

ZHANG, Z., ZHANG, J. (1993): "A survey of public scientific literacy in China". Public Understanding of Science 2: 21-38.