



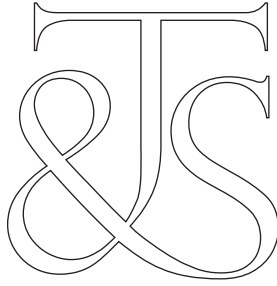
TECNOLOGÍA  
& SOCIEDAD



Revista del Centro de Estudios sobre  
Ingeniería y Sociedad de la Facultad de  
Ciencias Físicomatemáticas e Ingeniería de la  
Pontificia Universidad Católica Argentina







T E C N O L O G Í A  
& S O C I E D A D

Número 5, 2016



Revista del Centro de Estudios sobre  
Ingeniería y Sociedad de la Facultad de  
Ciencias Físicomatemáticas e Ingeniería de la  
Pontificia Universidad Católica Argentina



TECNOLOGÍA  
& SOCIEDAD

Director

Dr. Ing. Héctor Gustavo Giuliano

Editor académico

Mg. Ing. Martín Parselis

Coordinador

Dr. Federico Vasen

Secretario de redacción

Ing. Leandro Giri

Consejo editorial

Dr. Carlos Hoevel (Facultad de Ciencias Económicas – UCA)

Dr. Lucio Florio (Facultad de Teología – UCA)

Mg. Ing. Gustavo del Pino (Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería – UCA)

Dra. Mónica Miralles (Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería – UCA)

Dr. Fernando Nicchi (Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería – UCA)

Dr. Mariano Ure (Facultad de Ciencias Sociales, Políticas y de la Comunicación – UCA)

Consejo académico

Dr. Eduard Aibar (Universidad Abierta de Cataluña)

Dra. Ana Cuevas Badallo (Universidad de Salamanca)

Dr. Ricardo J. Gómez (Universidad de California – UBA)

Dr. Diego Lawler (CONICET)

Dr. Fernando Tula Molina (Universidad Nacional de Quilmes – CONICET)

Ing. Horacio C. Reggini (Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales)

*Tecnología y Sociedad* es una revista académica interdisciplinar, de periodicidad anual, del Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Universidad Católica Argentina “Santa María de los Buenos Aires”. Fue creada en el año 2011 con el objetivo de dar difusión a estudios, ensayos y actividades de instituciones, investigadores, docentes y alumnos dedicados al análisis de las relaciones e implicancias sociales y culturales de la actividad de la ingeniería y de la tecnología en general.

Los trabajos que contiene *Tecnología y Sociedad* en su sección de artículos son originales y se someten a un proceso de arbitraje externo. Los contenidos de las otras secciones son definidos por el editor y el consejo editorial, dando prioridad a trabajos originales. Todos los trabajos de la revista son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Los autores de los artículos publicados en el presente número ceden sus derechos a la editorial, en forma no exclusiva, para que incorpore la versión digital de los mismos al Repositorio Institucional de la Universidad Católica Argentina como así también a otras bases de datos que considere de relevancia académica.

Suscripciones y correspondencia: Revista *Tecnología y Sociedad*, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería, Alicia Moreau de Justo 1500 (C1107AFD), Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Costo del ejemplar: \$ 50. Teléfono: 4349-0200 - Fax: 4349-0425.

Correo electrónico: revista@cesis.com.ar - Sitio web: www.cesis.com.ar

ISSN 2314-0704



# Contenido

Presentación	7
Estudio central	
La sustentabilidad de los territorios urbanos y su relación con la movilidad en la ciudad <i>Mariana Belén Shaw</i>	11
Artículos	
Perspectivas en Ciencia y Tecnología en Sociedad: de las herramientas a los riesgos <i>Hernán Miguel</i>	25
Apuntes de cátedra	
Comunicación pública de la ciencia en el Museo de Física. Desafíos de un museo universitario <i>Mariana Santamaría y María Cecilia von Reichenbach</i>	55
Notas de actualidad	
Internet: entre lo real y lo virtual <i>Héctor Gustavo Giuliano</i>	69

Reseñas

Hervé Kempf, *Cómo los ricos destruyen el planeta*  
*Fernando Tula Molina*

79

Convocatoria: *Tecnología y Sociedad*, Número 6, 2017

87

Normas de presentación de trabajos

89





## Presentación

Hemos llegado al número 5 de *Tecnología y Sociedad*, cumpliendo nuestros primeros cinco años de existencia. Agradecemos a todos los autores cuyas producciones han permitido alcanzar este logro. No es fácil para una revista académica atravesar sus primeros años de vida. En esta próxima etapa hemos decidido profundizar el compromiso que hemos establecido con nuestros colaboradores y lectores comenzando a transitar el proceso de evaluación para la acreditación de la publicación dentro del catálogo de Latindex. Esperamos poder alcanzar este reconocimiento en el transcurso del próximo año, tanto para la versión en papel como para la digital.

Con referencia al contenido de este número, el estudio central retoma la cuestión del desarrollo sostenible, esta vez por la vía de investigar qué se entiende por “ciudad sustentable”, un concepto que se escucha cada vez más pero del que no existe una única interpretación posible, como señala Mariana Shaw a lo largo de su trabajo.

El artículo de investigación, a cargo del Dr. Hernán Miguel, nos invita también a explorar clasificaciones no dicotómicas para pensar la relación “ciencia y tecnología en sociedad”, proponiendo una aproximación analítica que busca evitar los reduccionismos asociados a las miradas extremas, tanto optimistas como pesimistas, respecto a las consecuencias del desarrollo tecnológico.

La sección apuntes de cátedra narra la interesante experiencia desarrollada por el Museo de Física de la Universidad Nacional de La Plata en sus veinte años de interacción con el público. Sus autoras, Mariana Santamaría y María Cecilia von Reichenbach, nos cuentan cómo patrimonio e interactividad pueden conjugarse de manera atractiva para los distintos públicos sin poner en juego la conservación del acervo.

Por mi parte, en la nota de actualidad, manifiesto mi preocupación por la construcción de un ideario “etéreo” de Internet que tiende a ocultar el sustrato técnico-material sobre

Héctor Gustavo Giuliano

el que se sostiene la conectividad, invisibilizando cuestiones de relevancia relacionadas con la sustentabilidad energética de la red.

Cierra el número una reseña del Dr. Fernando Tula Molina, quien propone una lectura de Hervé Kempf, autor para quien el crecimiento material precipita la degradación ambiental, siendo imposible separar el desarrollo social de la cuestión ecológica, argumento que se encuentra en sintonía con la grave preocupación que ha manifestado el papa Francisco en su última encíclica *Laudato Si*.

Dr. Ing. HÉCTOR GUSTAVO GIULIANO

Director







**Aparato de Puluje para experiencias con materia radiante.  
Ampolla de vidrio con mariposa.  
Max Kohl 1906. Colección Museo de Física UNLP.**





# La sustentabilidad de los territorios urbanos y su relación con la movilidad en la ciudad

Mariana Belén Shaw<sup>1</sup>

## RESUMEN

En la actualidad, la problemática alrededor del transporte y la movilidad urbana ha tomado dimensiones considerables. Es un sistema muy extenso y con muchas repercusiones, y su diseño y su gestión afectan tanto al usuario como al no usuario, en temas como la equidad, la seguridad, la contaminación atmosférica y el ruido. Es necesario observar la temática en todos los aspectos que la nutren, a fin de concientizar a la población sobre lo amplio de la cuestión, y poder establecer políticas adecuadas para la optimización del sistema.

Este trabajo pretende abordar el estado actual de la situación desde un marco conceptual que permita el análisis de los sistemas de transporte urbanos teniendo en cuenta distintos enfoques que se pueden adoptar sobre los mismos, en particular el social, el medioambiental, el político y el económico.

Para ello, se trabajará en primer lugar sobre el concepto de “ciudad sustentable”. Éste está íntimamente ligado a su sistema de transporte, y para lograr el objetivo de este trabajo se requiere como primera medida la clarificación de lo que se entiende por la sustentabilidad del marco en el cual el transporte urbano se desarrolla, es decir, la ciudad.

---

<sup>1</sup> Estudiante avanzada de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Físicomatemáticas e Ingeniería de la Universidad Católica Argentina al momento de escribir este artículo. Alcanzó su titulación en el año 2015. El presente trabajo es fruto de una beca de capacitación realizada en el Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad durante el transcurso del año 2013 bajo la dirección de la Dra. Mariana Fiorito. [marianabshaw@gmail.com](mailto:marianabshaw@gmail.com)

Con el objetivo de encontrar respuestas posibles, se procederá a indagar diversas miradas actualmente vigentes y en pugna, entre ellas el Nuevo Urbanismo, el Ambientalismo Cívico y el Urbanismo Inteligente, las cuales proponen postulados sobre lo que se considera una “ciudad sustentable”. A continuación se propondrá una posible síntesis entre ellas y se relacionarán los cuatro enfoques propuestos.

Por último, se harán unas primeras aproximaciones al estudio del sistema de transporte urbano de las grandes ciudades, siendo éste parte clave en el desarrollo de las mismas y el componente que permite la movilidad y determina la accesibilidad. De esta manera modela el flujo e intercambio de bienes y personas –es el elemento que da vida a las ciudades–. La dilucidación del concepto de transporte sustentable resulta de crucial importancia al momento de pensar en políticas y en estrategias de diseño del sistema y su implementación que integren los enfoques social, medioambiental, político y económico. Como parte del estudio se asociará cada uno de los enfoques con autores que realizan sus estudios principalmente en uno de los ejes temáticos, generalmente con inclinaciones, y como conclusión se propondrá para el análisis la aplicación de un esquema de cuatro ejes, una variante del triángulo de sustentabilidad.

## PALABRAS CLAVE

Ambientalismo cívico, nuevo urbanismo, urbanismo inteligente.

## I. INTRODUCCIÓN

En línea con la argumentación buscada, se comenzará indagando sobre el propio concepto de ciudad. Un autor clásico como Lewis Mumford describe a la ciudad de la siguiente manera:

La ciudad constituye un hecho de la naturaleza, lo mismo que una cueva o un hormiguero. Mas también es una obra de arte consciente y contiene, dentro de su armazón comunal, muchas formas de arte más simples y más personales. La mente adquiere forma en la ciudad y, a su vez, formas urbanas condicionan la mente (Mumford, 1945:13).

La ciudad es bajo esta concepción un hecho tanto natural como construido. El hombre como ser natural tiende a reunirse en grupos, y en este ámbito surgen a su vez manifestaciones sociales y económicas que dan riqueza y

diversidad cultural a las comunidades así establecidas. La necesidad de disponibilidad de fuentes de trabajo, elementos de subsistencia o el acceso a ciertas pautas de seguridad va sedimentando en estructuras administrativas y materiales que siguen en principio razones funcionales y estéticas. Sumando todos estos factores, la ciudad se conforma con elementos sociales, económicos y, también, políticos. Esto ocurre en la ciudad más pequeña y en la más grande, aumentando el grado de complejidad con el tamaño.

## 2. CIUDAD SUSTENTABLE: DISTINTAS MIRADAS

El gran desarrollo que han tenido las ciudades a partir de la Revolución Industrial se ha complejizado en los últimos años: pérdida de terreno cultivable, aumento de demanda de infraestructura, tiempo perdido en movilidad, entre otras. La aplicación del concepto de sustentabilidad al estudio del urbanismo admite diferentes miradas sobre los problemas y sus soluciones. Entre ellas se encuentran las propuestas del Ambientalismo Cívico, el Nuevo Urbanismo y el Urbanismo Inteligente. A continuación se presentará de forma sintética cada una de estas miradas, haciendo énfasis en sus similitudes y diferencias en lo que atañe a la concepción de ciudad sustentable, con el fin de analizar si admiten algún tipo de integración que permita alcanzar una definición más comprehensiva.

### 2.1. Ambientalismo Cívico

El Ambientalismo Cívico se basa en la idea de que los miembros de las comunidades particulares son los que deberían planificar y organizar la agenda que les urge, de manera que se asegure un futuro ambientalmente saludable y económica y socialmente animado. Representa una forma de plantear las soluciones de los problemas a los que se enfrenta que se adapta a distintos modelos de diseño urbano, de acuerdo con lo que la comunidad crea que es mejor. El hecho de que sea la propia comunidad la que piense cómo resolver el problema y cuál es la mejor solución aplicable permite que el cumplimiento de los términos sea más entusiasta y fomente otros vínculos en la comunidad (Landy y Rubin, 2009).

Pensando una posible definición de ciudad sustentable desde este punto de vista, sería aquella construcción humana para vivir en comunidad, adaptada a lo que esa comunidad en particular crea que debe representar esa ciudad: cada ciudad estaría planificada por sus propios miembros.

En las grandes urbes, se ve que sería muy difícil llegar a un acuerdo respecto a qué formato sería el mejor para todos, lo que alentaría a pensar que se deberían “armar” ciudades más pequeñas donde los habitantes de la misma puedan buscar acuerdos con lo que se construya, tanto para habitar como para circular. Habría más ciudades, mayor descentralización pero utilización menos optimizada de recursos (no habría economías de escala). Además, sería necesario que hubiera alguna instancia de evaluación de las distintas soluciones propuestas que permita ponderar bajo un criterio democrático las ventajas y desventajas de las distintas propuestas.

## **2.2. Nuevo Urbanismo**

El Nuevo Urbanismo propone la aplicación de una metodología de diseño de base científica y tecnológica que haría de las ciudades lugares más “vivi- bles”. Sus prácticas y principios de diseño encarnan muchos de los mismos valores que el Ambientalismo Cívico, pero es principalmente un paradigma de diseño que no pretende abarcar la diversidad de situaciones que se presentan en el análisis urbanístico de la ciudad moderna. Es una respuesta a la crisis ambiental urbana que busca alejarse de la idea de caóticas ciudades definiendo claramente zonas residenciales y zonas industriales y comerciales, y tomando como crucial el hecho de que el entorno influye en el comportamiento de las personas de manera apreciable (Hanks, 2009).

Por medio de la Carta del Nuevo Urbanismo (1996) se puede extraer lo que esta mirada cree que se debería tener en cuenta a la hora de definir una ciudad. En ella se distingue la relación (ambiental, económica y cultural) que mantiene la metrópolis con la tierra circundante para abastecerse, y se remarca su fragilidad y la necesidad que se tiene de su existencia. Indica claramente que el desarrollo de las áreas urbanas no debería borrar los límites que las identifican, y que el desarrollo hacia adentro de las mismas coopera con la conservación de los recursos naturales, la economía y el entorno social. También considera de gran importancia la recuperación de barrios que hayan caído en desuso.

## **2.3. Urbanismo Inteligente**

El Urbanismo Inteligente propone que una tecnología adecuada puede ser simultáneamente utilizada para expandir y restringir los límites de la ciudad. Además, permite a los individuos interactuar entre ellos y construir relacio-

nes sociales, conectar y coordinar actividades críticas y proveer a la salud pública a través de sistemas sofisticados. De aplicarse tan ampliamente los avances tecnológicos, se brindaría así a los individuos la oportunidad de ser parte de la toma de decisiones, no sólo de la forma en que viven sino también en cómo construyen su entorno (Santoso y Kuehn, 2013).

Dado que la sociedad enfrenta problemas que se reflejan tanto en los espacios públicos como en los privados, donde los individuos viven y trabajan, la tecnología puede ser parte de la solución de esta diversidad de problemas. Sin embargo, esa misma tecnología, a su vez, conlleva a temores de control y vigilancia gubernamentales, con lo cual es necesario que haya un alto grado de confianza entre los individuos y un gobierno democrático que aplique estas tecnologías. Por lo tanto, es necesario que las personas tengan la oportunidad de elegir si ser parte de la toma de decisiones tanto en su vida urbana como en la creación e implantación de nuevas tecnologías.

### 3. ARTICULANDO MIRADAS

En tanto que el desarrollo urbano y su sistema de transporte es consecuencia de una serie de políticas gubernamentales aplicadas, se torna de importancia discernir el concepto de “ciudad sustentable” al momento de tomar decisiones estratégicas que afecten a los ciudadanos.

El breve análisis realizado hasta aquí permite observar que las posturas analizadas se mueven en diferentes planos: el Nuevo Urbanismo habla de cuestiones de diseño urbano, el Ambientalismo Cívico de toma de decisiones, y el Urbanismo Inteligente sobre el uso de la tecnología. A pesar de ello, en el tema de la extensión de la ciudad, las posturas son difíciles de conciliar, ya que el Nuevo Urbanismo disiente claramente de lo propuesto por el Ambientalismo Cívico, partiendo de la base de que la concentración de personas en un espacio pequeño dificulta enormemente la toma de decisiones conjuntas. Por otra parte, la idea de los límites energéticos que condicionan al desarrollo de una sociedad de este tipo se contraponen, a gran escala, con el esquema de ciudades pequeñas y esparcidas por el uso no óptimo de recursos.

La conciliación de las miradas es una tarea de dificultad en tanto hay conceptos que se chocan a simple vista, tales como la densificación o desdensificación de las ciudades, que son directrices completamente opuestas. Queda entonces planteada la necesidad de aclarar lo que se entiende por

“ciudad sustentable” por parte del organismo gubernamental cuando define estrategias y sus implementaciones. ¿Es posible encontrar una definición que considere los distintos puntos que proponen las miradas previamente presentadas? ¿Se pueden adaptar las propuestas de cada una de ellas a distintas situaciones económicas, sociales y ambientales, además de culturales? De ser así, el concepto de sustentabilidad será entonces para cada caso la fusión de una serie de propuestas que mejor se adapten a una serie de elementos que son variables, ya que no se puede reducir el concepto debido a la amplitud de problemas y soluciones que existen y pueden surgir.

#### 4. TRANSPORTE SUSTENTABLE

El sistema de transporte urbano es un conjunto de relaciones extremadamente complejo que se ve afectado principalmente por elementos políticos, los cuales son aplicados desde los diferentes enfoques que se suelen diferenciar desde ese ámbito: el social, económico y, más recientemente, el medioambiental. Se procederá a presentar un breve análisis desde el punto de vista de cada uno de los enfoques, y demostrar la manera en que se relacionan intrínsecamente entre ellos, siendo prácticamente imposible que no se afecten entre sí.

Es muy importante en esta instancia que se diferencie el concepto de accesibilidad y el de movilidad. El usuario del sistema puede contar con poca capacidad de movilizarse a puntos lejanos pero tener muy buena accesibilidad por cercanía a los distintos lugares de interés. Y, viceversa, puede disponer de mucha facilidad de movimiento hacia muchos puntos de la ciudad, pero no hacia el que necesita llegar, por lo que, a pesar de su alto nivel de movilidad, su accesibilidad sigue siendo baja. Queda entonces claro que la movilidad implica la capacidad de trasladarse físicamente en el espacio, mientras que la accesibilidad requiere, valga la redundancia, la posibilidad del fácil acceso al trabajo, escuela, aprovisionamiento, etc.

##### 4.1. Enfoque medioambiental

En los últimos años se ha desatado una serie de hechos sociales y políticos que han valorizado este enfoque. El cambio climático, la contaminación, la pérdida de recursos no renovables son algunos de los problemas que capturan la atención de muchos estos días. Y se desprende, de numerosas investigaciones, que el sistema de transporte en su totalidad, es causante de gran parte de estas problemáticas.



La conciencia alrededor del efecto que tiene el transporte sobre el medioambiente ha crecido considerablemente, pero la costumbre de utilizar el automóvil como medio de transporte está profundamente arraigada en la sociedad. En estudios realizados como el que presenta Eduardo Vasconcellos en *Análisis de la movilidad urbana* (2010), se pone en evidencia el consumo de recursos que genera el sistema de transporte y sus impactos en el medioambiente, y compara el automóvil con otros medios de transporte como el autobús, la motocicleta, la bicicleta y caminar. Se demuestra que los impactos de los distintos medios de transporte son diferentes, y otorga la menor eficiencia a los automóviles. Con el objetivo de tomar noción de la cantidad de ítems con los que se relaciona el transporte, y que por lo general no se tienen en consideración, se mencionan los ámbitos que estudia:

- Recursos consumidos por el sistema de transporte: consumo de suelo, consumo de espacio de circulación (en uso y en estacionamiento), consumo de tiempo, consumo de energía (en fabricación y utilización), y los costos de desplazamiento (peaje, combustible, mantenimiento).
- Impactos del sistema de transporte en el medioambiente: seguridad de tránsito (accidentes, acceso de personas con discapacidades), congestión en las vías, contaminación sonora y atmosférica (efectos sobre la salud), intrusión visual y física.

El análisis de las externalidades asociadas al sistema de transporte urbano demuestra que éste genera un gran consumo energético y de recursos naturales, y causa graves problemas, en especial accidentes y contaminación. Un inconveniente común a la hora de enfrentar el desafío de reducir estos efectos es que, al utilizar el sistema, los usuarios no ven reflejado el costo de todos los recursos que se consumen ni de los impactos que producen. Además, se suma la dificultad de generar mediciones de los impactos y generar modelos matemáticos, una herramienta muy utilizada hoy en día para la programación de *software*, que resultan imprescindibles para el manejo de grandes cantidades de datos y generación de proyecciones a futuro.

Autores como Fernández y Valenzuela en su artículo “Gestión ambiental del tránsito” (2004) demuestran que los impactos urbanos y ambientales asociados al tránsito son, en gran medida, directamente proporcionales a una única variable: el grado de saturación de cualquier dispositivo vial (vía, intersección, paradero, red). Esto no es lo mismo que congestión, ya que ésta es una consecuencia de que se ha alcanzado la saturación de la

vía. Se desprende de esto cómo impactos urbanoambientales derivados de la utilización del sistema de transporte pueden ser cuantificados y predichos en función de dicha variable: el grado de saturación. Nuevamente se llega a la conclusión de que el automóvil no es eficiente para su uso en el sistema de transporte urbano, y que es mejor opción para la reducción de los impactos la utilización del transporte público.

#### **4.2. Enfoque económico**

Es el más tradicional de los enfoques: se realizan análisis de variables económicas de evaluación de proyectos tales como el VAN (valor actualizado neto), teniendo en cuenta distintos escenarios posibles y distintas aproximaciones a una solución desde el punto de vista de la economía en su conjunto. Se tienen en cuenta dos principios fundamentales (Banister, 2007): el primero, que el transporte es una demanda derivada, es decir, que no es una actividad que se realice por el valor que se da a ella misma, sino porque se necesita del transporte para ir de un punto A a un punto B, donde se percibe mayor valor para las actividades del usuario. El segundo principio es que el usuario busca minimizar su costo sensible de transporte —llámense sensibles a los costos que el usuario tiene en cuenta a la hora de decidir un medio de transporte—. Éste es un concepto variable de individuo a individuo, pero se ha demostrado que hay un grupo de factores que aparecen en la gran mayoría y que son los determinantes: combustible, peaje, estacionamiento y tiempo de viaje.

Los costos, tanto los sensibles como los no sensibles, están relacionados con el uso de distintos modos de transporte automotor. Dichos costos pueden ser pagados por los usuarios (en general asociados con el costo sensible) o por el gobierno a través de subsidios solventados a partir de los impuestos (costos no sensibles). Esto ocurre cuando el gobierno considera esencial la prestación del servicio de transporte, y por lo tanto toma la decisión de disminuir los costos sensibles de los usuarios del transporte público para incentivar su utilización. Esto a su vez se corresponde con un mejor funcionamiento de la economía en su conjunto y, por lo tanto, toda la población se ve beneficiada. En el caso particular del transporte individual, el costo de usar el automóvil u otro medio como la motocicleta o la bicicleta, puede ser dividido entre costo operacional y costo total. El costo operacional es aquel exigido en el momento del viaje y está relacionado con el costo del combustible y del estacionamiento. El costo total también involucra el mantenimiento y la depreciación del vehículo y las tasas e impuestos que deben ser pagados.

Considerando ahora la noción de transporte sustentable, y el desarrollo del sistema de transporte que se ha dado con el auge de las tecnologías, surge la necesidad de replantearse el enfoque tradicional que se realiza en la evaluación de proyectos: ¿sigue siendo el transporte hoy en día, teniendo en cuenta todos los viajes que se realizan por placer y las tecnologías disponibles, una demanda derivada?, ¿cuál es el costo sensible que perciben los usuarios? El poder del consumidor del servicio de transporte ha crecido en gran medida, y con el uso de tecnologías se ha reducido de manera considerable la necesidad de transportarse –sin embargo, los usuarios continúan decidiendo movilizarse–.

### 4.3. Enfoque social

Los motivos sociales suelen ser la principal razón para la realización de un proyecto de transporte: la necesidad de conectar zonas aisladas, o fomentar la economía de una región, o aumentar la calidad de vida de los habitantes, entre otros. Uno de los principales parámetros a tener en cuenta cuando se proyecta una inversión en transporte es la accesibilidad, la cual se relaciona de manera intrínseca con el bienestar y la equidad.

La accesibilidad y la movilidad tienen un enorme impacto sobre las personas, especialmente aquellas de menores recursos económicos. Una de las manifestaciones se analiza en la línea de estudios sobre la hipótesis del *spatial mismatch*, la cual postula que las oportunidades laborales para los sectores de bajos ingresos se localizan lejos de sus lugares de residencia. Según Ascher (2005), “hoy en día, la movilidad es una condición clave de acceso al mercado laboral, a una vivienda, a la educación, a la cultura y el ocio, a la familia. El derecho a trabajar, a tener una vivienda, a recibir capacitación, ahora implica el derecho a la movilidad [...]; en cierto sentido este derecho a la movilidad es una precondition de los otros derechos” (p. 19).

El problema más común al realizar un proyecto de transporte es determinar cuáles sectores de la población se ven beneficiados y cuáles perjudicados, ya que se suele no tener en cuenta la totalidad de la población afectada, sea positiva o negativamente. Esto ocurre debido a la dificultad de observar todos los efectos de la puesta en marcha del proyecto. Por ejemplo, cuando se observa el uso del espacio físico que realizan los distintos sectores de la sociedad, salta a la vista una gran diferencia: los grupos sociales de mayores ingresos consumen mucho más espacio público que los grupos sociales de menores ingresos. Esto ocurre debido a la posibilidad de tener un automóvil, que es un medio altamente

ineficiente en cuestiones de uso de espacio, ya que la tasa de ocupación de los mismos no suele llegar a la de dos personas por vehículo. Cuando se prevé la construcción de grandes infraestructuras viales, éstas son pensadas para la utilización de los automóviles, lo cual demuestra que son destinadas para un grupo social en particular (Vasconcellos, 2010). La problemática del uso del espacio físico por parte de los distintos grupos sociales es un tema que debe estudiarse en profundidad, ya que tiene gran incidencia en la sociedad y en la forma de vida que llevan los habitantes de las ciudades.

Otro gran efecto a tener en cuenta a la hora de construir infraestructura vial es el gran impacto visual, físico y auditivo que genera. Esto puede afectar negativamente las relaciones sociales que se establecen en los barrios, por ejemplo, dado el cruce de una autopista por la zona. Se relaciona con espacios oscuros e inseguros, baja el valor de los hogares que están allí establecidos, inunda la zona de ruidos molestos de tránsito, entre otros efectos negativos.

#### **4.4. La política**

Por último, pero no por ello menos importante, se analiza el efecto que tienen las políticas en el transporte. La esfera política se compone de muchas variables, y el juego que juega cada político interviene de manera clave en las implementaciones que se realizan. Dada la posición de poder en la que se encuentran, necesitan respetar las opiniones del público y deben ser capaces de ver el bien mayor que significa la aplicación de una medida que tal vez sus votantes no son capaces de ver. Es en la aceptación pública de las políticas donde surgen los principales problemas.

El sector de transporte es responsable de la emisión de un gran porcentaje de dióxido de carbono (depende de cada país). Este porcentaje continúa en aumento, y es de los principales temas en las grandes cumbres internacionales. Las naciones se unen en la discusión de soluciones para esta problemática mundial y se proponen objetivos comunes para la reducción de contaminantes atmosféricos. La formulación de políticas debe tener en cuenta la congestión y la reducción de emisiones, y proponer soluciones tanto tecnológicas como de comportamiento, tanto a corto como a largo plazo. Es de gran importancia el trabajo en conjunto de los distintos sectores de los gobiernos, así como entre gobiernos. Las contribuciones que puedan hacer las demás disciplinas son además de

gran importancia: economistas, ingenieros, científicos, psicólogos, urbanistas, etc., deben ser reunidos en grupos interdisciplinarios que observen la situación y propongan soluciones acordes con las distintas situaciones de las ciudades, los países y las culturas.

Se debe tener en cuenta que un número creciente de personas, a medida que se va tomando conciencia de la situación del cambio climático global, prefiere alternativas más “verdes” de transporte. Esto no debe ser desestimado, y debe ser fomentado para que continúe. Es parte del cambio de comportamiento que se busca para generar un cambio real. Lo complicado es proveer distintas opciones de transporte: requiere un cambio de uso de terreno que no es fácil implementar en las ciudades ya construidas bajo otros criterios. Para realizar esto, se requiere un gran cambio de mentalidad, y un líder político que esté dispuesto a poner su figura en algo que no sabe realmente cómo resultará.

Un enfoque político que se está implementando en lugares como Inglaterra consiste en la formulación de políticas que favorezcan el transporte sustentable bajo los siguientes criterios:

- Reduzcan la necesidad de viajar: reemplazarlos por formas *on-line* (sustitución tecnológica) o reemplazarlos por otra actividad que no requiera el traslado.
- Incentiven el cambio de modalidad de transporte: mediante medidas que promuevan el uso de bicicletas, caminar, o transporte público antes que el automóvil. Por ejemplo, controles de estacionamiento, tarifas por ingresar a ciertas zonas céntricas, etc.
- Reduzcan la longitud de los viajes: promover la ubicación de las actividades de manera tal que se encuentren cercanas entre ellas.
- Mejoren la eficiencia del sistema: en términos de eficiencia de motores, de uso de combustible, etc.

Si se aplicaran políticas que incentiven este tipo de respuestas (mejoras al transporte público, cobro por uso de carreteras, creación de centros de actividades), la actual presión por grandes expansiones en la capacidad de la red vial en el mediano plazo se aliviaría, ya que cambiaría el comportamiento de las personas, y generaría conciencia respecto a la utilización del transporte motor.

La aceptación pública de las políticas es la mayor influencia en las decisiones que toman los dirigentes políticos, y sólo se accionará un cambio

cuando haya suficiente apoyo por parte del público. Debe haber una real intención de cambio, tanto por parte de los individuos como de la esfera política, y una aceptación de la responsabilidad colectiva que supone un cambio de comportamiento generalizado. Con el objetivo de alcanzar la movilidad sustentable, los argumentos que se utilicen como fundamento de las medidas que se apliquen deben ser lo suficientemente poderosos para sobreponerse a la dependencia generada por el del automóvil. Es también un elemento clave que los usuarios internalicen el costo social y ambiental de utilizar el medio de transporte privado.

## 5. CONCLUSIÓN: EL TRIÁNGULO FRACTAL DE LA SUSTENTABILIDAD

Anteriormente se hizo hincapié en la relación que el transporte sostiene con la ciudad en la que se realiza, y la necesidad de definir una “ciudad sustentable”, a partir de lo cual podremos asumir que el sistema de transporte en la misma también es sustentable. Con la finalidad de dilucidar el término “transporte sustentable”, se procedió con la contraposición de los distintos elementos que entran en juego cuando se habla de sustentabilidad. Éstos se clasificaron en factores de valor ecológico, de valor social, de valor económico, y en factores políticos. Además, a lo largo de este estudio se analizaron distintos autores que realizan sus estudios principalmente en uno de los ejes temáticos que se mencionaron, aunque difícilmente no se presenten con inclinaciones, y no es siempre clara la diferencia en los casos de análisis.

Dado que se sostiene la importancia de analizar de manera diferenciada todos los factores mencionados, se propone la utilización del esquema de cuatro ejes como una variante del triángulo de sustentabilidad, quedando formado un tetraedro. En el esquema se señalan las posiciones que toman los distintos autores que se consultaron para la elaboración de este artículo.

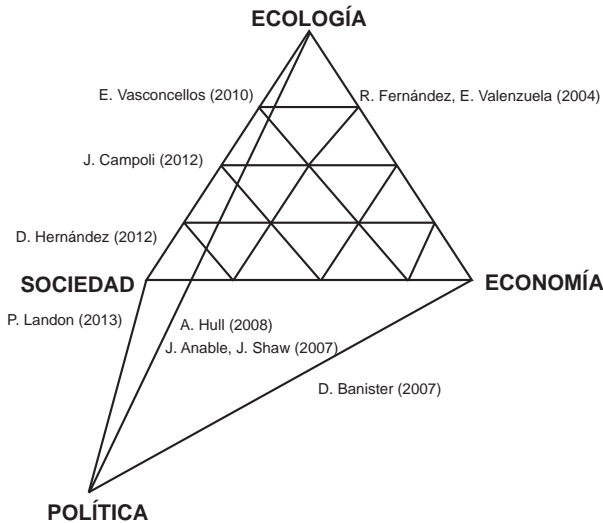
Éste se subdivide en zonas en las cuales se entrecruzan los factores, dando combinaciones para cada tipo de acercamiento a una solución para el tema que se esté tratando. Según el enfoque que se le esté dando al problema en particular, distintas soluciones resultarán en combinaciones aceptables o no para el caso en particular.

De esta manera, se pueden considerar los distintos ítems que proponen las miradas presentadas (Ambientalismo Cívico, Urbanismo Inteligente,

Nuevo Urbanismo) en distintos puntos dentro del volumen que encierra el tetraedro propuesto.

Las propuestas de distintas políticas aplicadas se pueden adaptar a distintas situaciones económicas, sociales y ambientales, además de culturales. Es necesaria la utilización de una herramienta de este tipo que permita calificar rápidamente la aplicabilidad de una solución propuesta, dado un determinado “régimen” de decisiones, para que éstas sean coherentes con el mismo y sea posible la ejecución de planes integrales que apunten al mismo objetivo.

Es de suma importancia hoy en día la coordinación entre las distintas áreas que enfrentan el problema de la calidad de vida en las ciudades, la cual es afectada por incontables parámetros. Resaltan los efectos del sistema de transporte, y se considera que es elemental que se busque una definición de “transporte sustentable” aplicable a distintos tipos de ciudades y que, a su vez, sea particular para cada una de ellas. De esta manera cada modalidad estará ubicada en algún sector del tetraedro que mejor se adapte a la cultura de las ciudades, y que permita que la movilidad de cada ciudad fluya con su propia personalidad.



## 6. REFERENCIAS

- Banister, D. (2007): “The sustainable mobility paradigm”, *Transport Studies Unit*, Oxford, Oxford University Centre for the Environment.
- Braungart, M. y W. McDonough (2002): *Cradle to cradle: remaking the way we make things*, U.S.A., McGraw Hill.
- Campoli, J. (2012): *Made for walking: density and neighborhood form*, Cambridge-, Massachusetts, Lincoln Institute of Land Policy.
- Carta del Nuevo Urbanismo <<http://www.cnu.org/canons>> consultada el 20 de diciembre de 2012.
- Fernández, R. y E. Valenzuela (2004): “Gestión ambiental de tránsito: cómo la ingeniería de transporte puede contribuir a la mejoría del ambiente urbano”, *Revista EURE*, Vol. XXIX, N° 89, pp. 97-107, Santiago de Chile.
- Genesio, L. y L. Otero (2012): “Aproximaciones filosóficas y metodológicas para una ingeniería sostenible”, *Tecnología y Sociedad*, Vol 1, N° 1.
- Hanks, J. (2009): “City, aesthetics, and human community. Some thoughts on the limits of design”, en: Vermaas, P., *Philosophy and design: from engineering to architecture*, Nueva York, Springer.
- Hernández, D. (2012): “Activos y estructuras de oportunidades de movilidad: una propuesta analítica para el estudio de la accesibilidad por transporte público, el bienestar y la equidad”, *EURE*, Vol. 38, N° 115.
- IDB (2011), *Urban sustainability in Latin America and the Caribbean*. <<http://www.iadb.org/es/temas/ciudades-emergentes-y-sostenibles/ciudades-emergentes-y-sostenibles,6656.html>>, consultada el 20 de diciembre de 2012.
- Landy, M. y Ch. Rubin (2001): *Civic environmentalism: A new approach to policy*, Washington, D.C., George C. Marshall Institute.
- Mumford, L. (1945): *La cultura de las ciudades*, Buenos Aires, Emecé.
- Santoso, S., y A. Kuehn (2013): “Intelligent urbanism: convivial living in smart cities”, *Proceedings Iconference 2013*, pp. 566-570.
- Vasconcellos, E. (2010): *Análisis de la movilidad urbana: espacio, medio ambiente y equidad*, Bogotá, CAF.







# Perspectivas en Ciencia y Tecnología en Sociedad: de las herramientas a los riesgos

Hernán Miguel<sup>1</sup>

## RESUMEN

Las prácticas y los productos de la ciencia y la tecnología sin duda son relevantes para delinear el tipo de sociedad en la que estamos inmersos. A la vez, tales prácticas tienen lugar como parte de la cultura de esa sociedad y están traccionadas por las demandas de soluciones que esa misma sociedad presenta a sus integrantes involucrados directamente en tales prácticas. De este modo la ciencia y la tecnología en una sociedad muestran una intrincada red de interacciones, de manera que en ocasiones podríamos enfatizar los modos en que la ciencia y la tecnología han contribuido a resolver algunos problemas, o bien concentrarnos en los efectos no deseados que producen generando más problemas que los preexistentes. En este trabajo proponemos una forma de concebir la ciencia y la tecnología en la sociedad que intenta superar las posiciones ingenuas que puedan llevar a valoraciones extremas de la ciencia y la tecnología.

## PALABRAS CLAVE

CTS – racionalidad instrumental – riesgo – sociedad del conocimiento

---

<sup>1</sup> Licenciado en Física (UBA), Doctor en Filosofía (UNLP), Profesor Titular Universidad de Buenos Aires. ciencias@retina.ar

## ABSTRACT

Science and technology are relevant in shaping our society by means of their practices and products. At the same time, those practices are part of the culture belonging to that society, and driven by the problems concerning the community asking for some kind of solution to those directly involved in such practices. In this way, science and technology in society offer a complex net of interactions that can lead to consider them as tools for solving problems or, on the contrary, the origin of new difficulties getting worse the scenery of the initial problems. In this paper we propose a way to conceive science and technology trying to go beyond some naïve points of view that tend to give extreme values to this activities.

## KEYWORDS

STS – instrumental rationality – risk – society of knowledge

## 1. POLÉMICAS ENTRE ATRACTORES

Las polémicas sobre la forma en que los productos y prácticas de la ciencia y la tecnología son recibidos y se articulan en una sociedad son muy amplias y con muchos debates de gran interés. Algunas aristas se refieren a abordar la articulación mostrando el impacto de las consecuencias no deseadas, su eficacia o deficiencias en resolver los problemas para los cuales esos conocimientos se suponen relevantes, qué papel juega la sociedad como un todo en demandar a la ciencia y a la tecnología un papel activo en la búsqueda de soluciones, en qué medida la sociedad se siente afectada sin sentirse parte de esas prácticas, y otros tantos aspectos que, aunque forman parte de la temática, siempre resaltan algunas notas distintivas sobre otras. Esta característica es inevitable al abordar una problemática tan rica, compleja y que presupone valoraciones por parte de los involucrados en la discusión.

Otros aspectos relacionados con el panorama anterior pero con peso propio para el desarrollo de posiciones diversas es la discusión sobre la neutralidad o no neutralidad del conocimiento científico y tecnológico. En este caso, uno de los extremos sostiene un punto de vista neutralista según el cual la ciencia y la tecnología no son ni buenas ni malas sino

que la política y el uso por parte de los seres humanos es quien carga con estas valoraciones. En el otro extremo se ubican quienes sostienen que cada artefacto tecnológico ya en su diseño y concepción contiene los valores embebidos de modo que no podría sostenerse su neutralidad a lo largo de la vida de los artefactos, métodos, conocimientos y procesos.

Una faceta adicional en la que existe una fuerte polémica es la que aborda el problema de la formación ciudadana y su alfabetización científica y tecnológica. Aquí la dicotomía nos da a elegir o bien la teoría de la iluminación en la que los técnicos y expertos deben hacer llegar el conocimiento y los procedimientos a los ciudadanos a través del sistema escolar, o bien la posición en la que la propia población debiera tomar el control del desarrollo científico y tecnológico para evitar depender de decisiones de los tecnócratas, por lo cual la tarea de alfabetización pierde gran parte de su carácter presuntamente asimétrico en el que alguien enseña y otro aprende.

Hasta aquí podría albergarse la ilusión de que los extremos son las posiciones que enmarcan todo un espectro de grises que va de una punta a la otra. Sin embargo esta sensación no redundará en una estrategia fecunda ya que, al tratarse de si existen grupos separados entre los beneficiados o los afectados por los daños, la respuesta vuelve a ser dicotómica, a pesar de que alguien quisiera estimar el grado de daño y la cantidad de afectados como si eso pudiera diluir la respuesta por sí o por no. De manera que no se trata de escapar a las dicotomías por la vía de mostrar que no hay un límite preciso entre los extremos y por lo tanto el paso de la dicotomía a la polaridad que representa un espectro continuo de un extremo al otro sólo va a desplazar el problema a otra zona de conflicto. El esfuerzo deberá realizarse de un modo radicalmente diferente. El presente trabajo es un intento en la dirección de este nuevo horizonte.

## 2. LA PIEDRA EN EL ZAPATO

Este panorama nos resulta paradójicamente nada neutral y decididamente deficiente en varios aspectos.

Dada la forma en que se van desarrollando las discusiones, pareciera inevitable que en cada faceta aparezca una polarización que instituye como viables, legítimos y deseables dos posiciones antagónicas que pugnan por dominar la representación y el posicionamiento de los ciudadanos. Todo sucede como si no pudiéramos escapar a las caracterizaciones

que ya en 1959 señalara Charles Snow de las dos culturas: la científica y la humanista.<sup>2</sup>

Por un lado sostenemos que esta dicotomía es deficiente por no poder dar cuenta de casos paradigmáticos para los cuales las intuiciones de todo ciudadano avalarían posiciones que desde cada uno de esos polos quedan desestimadas.

Por otro lado, no es neutra, porque en su polarización nos invita a tomar partido activamente para ubicarnos en favor o en contra de una de esas perspectivas, sin dejar espacio a una discusión de orden superior acerca de si éstas debieran ser nuestras opciones o si sólo se trata de un estado del arte en la percepción y conceptualización de qué significan la ciencia y la tecnología para nuestra comunidad, cómo se articulan esas prácticas con otras prácticas culturales y de qué modo algunos individuos de nuestra propia comunidad toman parte en esas actividades y cómo otros ciudadanos se ubican como usuarios críticos o acríicos de tales productos y prácticas. En otros términos, la invisibilización de nuevos modos de comprender las relaciones de ciencia y tecnología al interior de una comunidad, tiene mucho más el efecto de reclutar huestes para la controversia que generar una superación crítica de las diferencias.

### 3. LAS PALABRAS Y LAS COSAS..

Las palabras con las que describimos las cosas no son neutras. Al referirse a un recorte que los humanos hacemos de nuestra realidad interior y de la circundante, las palabras elegidas pueden transmitir una sensación de neutralidad que debe ser puesta en duda. En las temáticas sobre la ciencia y la tecnología, en lo que respecta al análisis de las relaciones que se entablan entre sus prácticas y productos y el resto de las actividades sociales, la nomenclatura puede ser engañosa. En la literatura se suele hablar de temáticas de CTS y con ello se hace referencia a “Ciencia, Tecnología y Sociedad”. En estas temáticas suele ponerse énfasis en cuestiones como que la ciencia y la tecnología atraviesan las prácticas sociales, que los efectos no deseados de los desarrollos científicos y tecnológicos ponen a la sociedad frente a problemas nuevos e inesperados, o bien se señala la tecnociencia como aquellas prácticas que deben analizarse en virtud de los valores que cada comunidad desea preservar.

---

<sup>2</sup> Snow (2000).

Nos gustaría señalar que, dicho con esas palabras, la lectura podría identificar tres diferentes entidades, de las cuales las dos primeras, ciencia y tecnología, hacen impacto sobre la tercera, la sociedad.

Aun cuando luego el análisis detallado muestre que las prácticas y los productos de la ciencia y la tecnología influyen sobre la sociedad y que también la sociedad influye sobre el curso de las investigaciones y los desarrollos, no deja de promoverse una visión en la que se distinguen por un lado la ciencia y la tecnología, y, por el otro, la sociedad.<sup>3</sup>

Esta visión entorpece vislumbrar varios aspectos relevantes para la toma de posición en la discusión. Por un lado no están presentes las relaciones entre ciencia y tecnología con el mismo nivel de interés que las relaciones que ambas en conjunto entablan con la sociedad. Por otra parte, el inevitable orden lineal para elegir las palabras parece condenar a la sociedad a ser la receptora de los efectos de la ciencia y la tecnología y no su promotora principal, como podría leerse de haber llamado a este campo “Sociedad, ciencia y tecnología”.

No es casual esta interpretación de influencia unidireccional. En lo que solía ser el imaginario popular, aunque no lo es más en la actualidad,<sup>4</sup> los científicos trabajan en soledad, descontextualizados de su entorno social, en proyectos que no tienen en cuenta las problemáticas de su comunidad y creyendo que sus investigaciones muy probablemente no tengan mucha relación con los problemas que preocupan a la sociedad. En esta misma percepción atribuida a los legos, los desarrollos tecnológicos son aprovechados en el plano económico mucho antes de conocerse sus posibles efectos nocivos, sus complicaciones futuras y sin medir el modo en que afectará las prácticas culturales y los valores de la comunidad o incluso podría afectar parte del entorno poniendo en riesgo la posibilidad de que

---

<sup>3</sup> Latour (1987: 141) critica el modelo que trata a la sociedad separada de la dinámica de la ciencia y las técnicas: “¡Así es como acabamos con la idea de que hay tres esferas, ciencia, tecnología y sociedad, en las que debe estudiarse el impacto de cada una de ellas sobre las otras!” (de la versión en español, Editorial Labor, 1999).

<sup>4</sup> Véase Ferreyra y Bono (2014). Debe señalarse que hay heterogeneidad en la percepción social de la ciencia y la tecnología. Los ingresantes a Psicología de la Universidad de Mar del Plata adhieren a “una imagen de ciencia autónoma, controlada mayoritariamente por los mismos científicos, en la que la dimensión ética aparece desdibujada o al menos confusa” mientras que, en las encuestas a estudiantes de nivel medio / secundario de escuelas de la ciudad de Buenos Aires y alrededores, “Ocho de cada diez estudiantes manifiestan confianza en los beneficios de la ciencia y la tecnología [...]” y “[...] la idea del científico raro, solitario y distraído no es apoyada por los estudiantes [...]”.

las generaciones futuras puedan tomar decisiones como las que podemos tomar en la actualidad. Estas percepciones, entre otras, hacen que sea plausible y altamente probable la interpretación de que la relación CTS se refiera a que la ciencia y la tecnología hacen impacto sobre la sociedad.

A pesar de que muchas lectoras no incurrieran en la interpretación señalada, quisiéramos reafirmar una visión diferente. Para visualizar el problema de forma gráfica, en la figura 1 se muestran dos modos de representar las entidades nombradas en CTS.



Fig. 1. Ciencia, Tecnología y Sociedad o Ciencia y Tecnología en Sociedad.

Sostendremos que es necesario pasar del gráfico *a* al gráfico *b* de la figura 1. Y para ello la redacción debe pasar de “ciencia, tecnología y sociedad” a “ciencia y tecnología en sociedad.”

Un pequeño paso para un hablante pero un gran salto para concebir la complejidad de las relaciones entre ciencia y tecnología en el seno de una sociedad que lleva a cabo esas prácticas.

La sociedad es donde tienen lugar las prácticas de investigación científica y desarrollo tecnológico. Algunos actores de esa sociedad están involucrados directamente en estas prácticas. Otros están alcanzados por los productos como usuarios del conocimiento y de los artefactos. Algunos individuos y grupos se manifiestan o albergan inquietudes sobre problemas que les resultan acuciantes. De entre ellos, algunos demandan de la ciencia y la tecnología algún tipo de solución mientras que otros pueden esperar que la solución provenga de otras prácticas culturales.<sup>5</sup> Incluso algunos pueden señalar a la ciencia y la tecnología como causas de ciertas problemáticas previamente inexistentes o que han sido agravadas por ellas. Por otra parte, los posibles beneficios de los productos disponibles gracias a la ciencia y la tecnología pueden alcanzar a toda o una parte de esa sociedad al igual que los posibles daños. Los actores que tienen posibilidad de beneficiarse

---

<sup>5</sup> *Op. cit.* p. 76. Se reseña que frente a graves problemas de salud el 70 % de la población tendría en cuenta “principalmente” la información de los profesionales de la medicina y la salud. El 17 % sostiene que la opinión de los médicos no sería determinante, el 3 % buscaría auxilio en su iglesia y el 10 % buscaría tratamientos en medicinas alternativas.

pueden ser los mismos que tienen posibilidad de recibir un daño o bien los posibles beneficios y daños pueden alcanzar a grupos diferentes.

Este panorama resulta entonces en una intrincada madeja de relaciones entre individuos y grupos involucrados en prácticas de CyT, usuarios, denunciantes de problemas, demandantes de soluciones, demandantes de cese de ciertas actividades, promotores de la investigación, optimistas o pesimistas sobre los resultados, personas y grupos angustiados por la falta de soluciones, otros no afectados por ciertos problemas pero contribuyentes monetarios y con opinión sobre las soluciones elegidas, individuos y grupos de reflexión sobre estas prácticas y sus relaciones y así un sinnúmero de formas de concebir el modo en que cada uno se siente atravesado por la ciencia y la tecnología y toma posición explícita o implícita en favor o en contra de cada uno de los desarrollos e investigaciones.

Existe una segunda polémica para tener en cuenta la carga de los términos utilizados en las discusiones. Se trata de la elección entre la terminología “ciencia y tecnología” para abordar el análisis de los productos y las prácticas en estas áreas, o referirnos a estas actividades como “tecnociencias”. Esta polémica está relacionada con la anterior sobre la terminología CTS *versus* CyT en S, pero mantiene cierto grado de autonomía.

Una vez más la neutralidad de la terminología es nula. En consonancia con lo que hemos señalado, durante el siglo XX ha sido intensa la discusión sobre la presunta neutralidad valorativa de la ciencia y la tecnología. Se han realizado esfuerzos y avances para delimitar la discusión distinguiendo entre la racionalidad de medios a fines, típica de la tecnología, y la cuestión del contexto de uso de cada tecnología, logrando así acotar la cuestión de los valores no epistémicos y asociándolos a los diferentes contextos de uso (Quintanilla, 2005). Esta visión sin duda supera ampliamente la presunta neutralidad valorativa tradicional asociada a una distinción entre hechos y valores, y que pretendía sostener la validez de los conocimientos y procedimientos independientemente de su contexto social de construcción y aplicación, como bien lo recuerda Radder (2013) asociando esta visión con la tradición positivista. Debe señalarse, en cambio, que la crítica al neopositivismo pierde de vista que esta corriente de principios del siglo XX reconoce explícitamente la existencia de valores no epistémicos en las prácticas científicas, como lo hace notar Gómez (2014). Por lo tanto, no es sencillo asociar la denuncia de la no neutralidad de la ciencia con las corrientes antipositivistas, ya que los positivistas más cercanos en el tiempo defienden el compromiso que la ciencia debe tener con la política y la transformación de la sociedad.

El avance señalado consiste en asociar la presencia de valores no epistémicos a los contextos y reconocer que no hay desarrollo científico o tecnológico ni aplicaciones que no tengan lugar en algún contexto, por lo cual no habrá prácticas científicas ni tecnológicas que no estén asociadas, *via* estos contextos, con valoraciones no epistémicas. Se trata sin duda de una superación de la dicotomía internalismo *versus* externalismo, que suele reaparecer bajo nuevos ropajes como ha sido señalado agudamente por algunos autores (Latour, 1983).

No obstante este reconocimiento, la discusión ha ido más lejos de manera que, por un lado, se podría abordar el análisis directamente asociado a la indagación de cuáles son los valores que están presentes en cada práctica (Lacey, 1999, 2012), o bien introducir nuevas categorías para los contextos de esas prácticas (Tula Molina, 2006), o incluso poner en evidencia la presencia de tales valores ya en el diseño, desterrando la neutralidad valorativa desde la cuna de los artefactos y mostrando que las tecnologías no son neutras porque están implicadas en el orden sociopolítico al que sirven y contribuyen a delinear (Feenberg, 2012, 2013).

Sin embargo, mientras que parece bastante inapelable que las prácticas científicas y tecnológicas y los productos de la tecnología no pueden tratarse como si fueran neutrales,<sup>6</sup> se hace más difícil sostener que los propios productos de la ciencia, es decir, los contenidos de sus teorías, sus afirmaciones y enunciados, son exitosos o fallidos en virtud del mismo tipo de análisis sobre los valores no epistémicos presentes en cada caso, como lo exige la nueva sociología de la ciencia en su expectativa de explicación simétrica (Bloor en Kreimer, 1999: 129).<sup>7</sup>

Entonces, que en el marco de un panorama en el que se hace casi imposible mostrar la neutralidad valorativa de la tecnología y se hace casi igual-

---

<sup>6</sup> Véase Reising (2008) para un análisis de los estudios sociales de la ciencia en que los artefactos contribuyen a solidificar el orden social. Vale la pena notar la advertencia que Reising señala (p. 331): “frecuentemente, los hechos científicos y los artefactos tecnológicos se resistían a la invención del científico o el ingeniero. Una falencia que había impedido a dichas sociologías advertir que, frecuentemente también, los “sistemas tecnológicos” escapaban a los designios de sus creadores, dado que al relacionarse con otras tecnologías generaban consecuencias imprevistas.” En este sentido incluso la explicación del funcionamiento de los artefactos también encuentra límites a ser explicado por valores no epistémicos. En Giri (2014) se aborda el problema de la neutralidad valorativa en la formación de ingenieros.

<sup>7</sup> El propio Pablo Kreimer, en ocasión de discutir sus ideas en el seminario de mi cátedra en noviembre de 2010, reconoce que es difícil lograr un análisis del contenido de las hipótesis en términos de valores no epistémicos.



mente imposible sostener que las ecuaciones de la teoría de la relatividad, el valor de las constantes o la expresión de la atracción gravitatoria newtoniana están impregnadas de valores no epistémicos,<sup>8</sup> surge este corrimiento terminológico en el que ciencia y tecnología se subsumen en la tecnociencia.

Los argumentos para sustentar que no hay ciencia y tecnología sino que se trata de tecnociencias echan mano de la mutua relación de necesidad y efectiva realimentación entre las prácticas que pretendidamente se atribuyen a una y otra, sosteniendo que “las ciencias están tecnológica e instrumentalmente encarnadas” (Ihde, 2013: 51). Es decir, dado que no hay tecnología sin teorías científicas y que toda teoría científica está apuntalada por mediciones, observaciones y detecciones que dependen de artefactos y procedimientos tecnológicos cuya validez y confiabilidad proviene del respaldo teórico, no cabría concebir una actividad sin la otra. Todo ello pareciera indicar de manera natural que no hay ciencia y tecnología sino sólo tecnociencia. Estos argumentos parecen tener respaldo a su vez en algún tipo de novedad de las prácticas, en las que se persiguen aplicaciones en condiciones totalmente controladas de laboratorio que puedan producir resultados aprovechables por la industria a través de un entrelazamiento muy fuerte entre conocimientos tecnológicos y tratamientos teóricos. Recordemos que Latour (1999: 203) caracteriza la tecnociencia como “...una fusión de ciencia, organización e industria...”<sup>9</sup>

Debe señalarse que este argumento no lleva a las mismas conclusiones al aplicarse a las nociones de persona y comunidad, mente y cuerpo, lenguaje y pensamiento, o forma y extensión. Estos pares suelen ser casos típicos de inseparabilidad fáctica y sin embargo no por eso estamos tentados a hacer colapsar cada par de nociones en una sola que lo agrupe.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Nótese la dificultad en mostrar que el valor de la velocidad de la luz depende, al menos en parte, de valores no epistémicos. Latour (1987: 141) rechaza la pretensión unilateral cuando se refiere a “Los analistas que recurren a intereses de grupo para explicar cómo se difunde una idea, se acepta una teoría o se rechaza una máquina...” a la vez que, claro, rechaza la unilateralidad de una lógica internalista que no problematiza los datos o los artefactos.

<sup>9</sup> Esta noción, ya en Latour (1987: 157 y ss), delimita las prácticas que entrelazan indispensablemente ciencia y tecnología para obtener productos con rédito comercial y por lo tanto impone la existencia de científicos en el interior de los laboratorios que lleven a cabo la ciencia tradicionalmente entendida y otros que, fuera del laboratorio, se encarguen de las relaciones públicas y el reclutamiento con el fin de obtener recursos.

<sup>10</sup> Incluso la corriente fiscalista de la mente sigue utilizando ambos términos.

Más allá de resaltar adecuadamente la simbiosis productiva en la que ciencia y tecnología han proliferado fuertemente, la nomenclatura invita a desdibujar las características que permitirían otro tipo de análisis, en particular el señalado sobre la diferente carga valorativa no epistémica que puede encontrarse en un artefacto y en una ecuación. Por lo cual, a pesar de que la distinción no nos habilita a concebir tecnologías sin teorías y teorías sin mediciones, preferimos mantener la distinción entre ciencia y tecnología en vez de agruparlas como si fuera un solo tipo de práctica.

Más aún, el mismo Latour (1983) al abordar una problemática similar, la de si la ciencia es política a través de otros medios, es mucho más cauto en mantener las diferencias que en subsumir las prácticas científicas y las políticas bajo alguna nueva terminología, dejando lugar al análisis de lo que es específico de la ciencia. Encontramos la misma cautela en Pels (2003), cuyo abordaje muy diferente rescata la diferencia entre ciencia y política sobre la base de la rapidez característica de cada tipo de práctica en la cultura. Todas estas novedades llegaron de la mano de un cambio de énfasis en el objeto de estudio de los filósofos de la ciencia y de la tecnología acompañando la irrupción de la nueva sociología de la ciencia o estudios sociales de la ciencia, que puso en primer plano las prácticas, la experimentación, la forma en que los artefactos contribuyen a formar a los científicos y, en resumidas cuentas, la forma en que la ciencia y la tecnología aparecen encarnadas en laboratorios, artefactos e instituciones dando nueva identidad a cada individuo.<sup>11</sup>

En resumen, sea porque encontramos razones de peso para poder separar las prácticas científicas de las tecnológicas, o sea porque, aun siendo inescindibles sus prácticas, la distinción permite visibilizar acciones y compromisos que se desdibujan al fundirlas en un sola categoría, preferimos sostener que ciencia y tecnología deben seguir nombrándose separadamente. Y esta posición, también a sabiendas, no es neutral. Uno de los objetivos que perseguimos en este trabajo es dismantelar las dicotomías y polaridades que invisibilizan nuevas posiciones sobre ciencia y tecnología en la sociedad, y conservar la terminología que las distingue será una plataforma más adecuada para la consecución de tal objetivo.

---

<sup>11</sup> Entre los autores que contribuyeron a este corrimiento podemos señalar a Bruno Latour, Steve Woolgar, Karin Knorr-Cetina involucrados en los estudios sociales de la ciencia, y Peter Galison, Ian Hacking, enfatizando la intervención y la experimentación. Véase el efecto en educación de este corrimiento en Miguel (2014).

#### 4. RUTA PARA LA LECTURA

Como primer paso en la resistencia a estas polarizaciones que estimamos deficientes, presentaremos tres perspectivas de cómo concebir la relación de Ciencia y Tecnología en Sociedad. Cada una de esas perspectivas tiene un largo número de ejemplos paradigmáticos que la apoyan, por lo cual ninguna de ellas puede ser borrada como ilegítima, huérfana de apoyo casuístico o falta de fecundidad explicativa. De este modo, al menos detectamos tres maneras de entender la problemática y ninguna de ellas podría dar cuenta de todos los casos, justamente porque cada perspectiva resulta visiblemente inadecuada para dar cuenta de los casos paradigmáticos que apoyan a las otras.

Las tres perspectivas que reseñamos pueden identificarse de la siguiente manera.

Una primera perspectiva, la ciencia y la tecnología como herramientas, pone en primer plano la racionalidad mesológica, en la que se entiende que los conocimientos, artefactos y procedimientos se diseñan y desarrollan como herramientas para la consecución de los fines que cada comunidad persigue.

Una segunda perspectiva, la sociedad del conocimiento, concibe la ciencia y la tecnología en una comunidad como una forma de llevar adelante y constituirse como sociedad con ciertas características que ponen en acto los valores y proyectos de la comunidad, siendo elementos constitutivos de aquello que tomamos como plan de desarrollo comunitario para acercarnos colectivamente al mundo deseado en común. Esta perspectiva puede entenderse como herramienta, pero no para lograr un fin que no ha sido motivo de debate, sino para poner en juego aquello que nos parece valioso como comunidad luego de procedimientos de reflexión que adquieran cierto grado de consenso.

Una tercera perspectiva, la del riesgo tecnológico, es particularmente indispensable para analizar, concebir y guiar las acciones en los casos en que los posibles beneficios de ciertos conocimientos, prácticas y uso de artefactos pueden alcanzar a diferentes grupos de actores que aquellos que pueden estar alcanzados por los posibles daños y consecuencias no deseados de tales desarrollos científicos o tecnológicos.

En lo que sigue, daremos una caracterización más detallada de cada una de estas perspectivas, mostraremos de qué modo se muestran fructíferas

en dar cuenta de casos claros de aplicación de la ciencia y la tecnología a la vez que se muestran absolutamente inadecuadas para otros tipos de casos en donde las otras perspectivas salen triunfantes. En estas condiciones, no se trata ya de decidir entre una u otra para describir las relaciones entre ciencia y tecnología en sociedad de una vez y para siempre sino que más bien serán perspectivas coexistentes aunque por lo general no podrán ser igual de fructíferas para cada caso.

El resultado, de ser exitosa la categorización que pretendemos, puede resumirse en la frase “Dime el caso y te diré la perspectiva”.

Como paso audaz, se puede exigir lo que se le exige a toda clasificación, que tenga pretensiones de partición. No debería existir un caso que fuera paradigmático para dos perspectivas diferentes ni que quedara sin poder ser atribuido a alguna de las tres perspectivas.

Este paso puede quedar para que cada quien lo exija o no, según entienda que necesitamos esas características de exhaustividad e intersección nula.

Por nuestra parte creemos que esta exigencia no es necesaria para que la conceptualización resulte fecunda en presentar a la sociedad una mayor diversidad de acciones y posiciones que pueden tenerse en cuenta en estas discusiones. No obstante, creemos que efectivamente la caracterización da como resultado una partición.

Como paso previo a la caracterización más detallada de cada perspectiva reseñaremos la forma en la que una comunidad se enfrenta con problemas que le son relevantes y de qué modo deben concebirse las posibles soluciones científicas y tecnológicas para esos problemas. Este paso previo será indispensable para no albergar nociones de ciencia o de tecnología inaplicables a tales prácticas, como lo ha mostrado la reflexión a lo largo del siglo XX.

## 5. LA DELIMITACIÓN DE LOS PROBLEMAS

La noción de problema es en sí misma problemática, ya que no cabría restringirla a una definición cerrada y estipulativa desde la cual se pudieran dejar a un lado o desestimar cuestiones que pudieran ser de interés para cierta comunidad o para la sociedad en general. Por otra parte, no todo aquello que pueda resultar de interés o de preocupación para una

comunidad constituye un problema para el que esa comunidad demanda a la ciencia y la tecnología algún tipo de aporte para su solución. Es decir, puede haber preocupaciones que no se constituyen como un problema formulable en términos en que la ciencia y la tecnología pudieran aportar para mejorar la situación. Y pueden existir problemas que exceden cada una de las definiciones que podamos ensayar, por formularse una y otra vez en términos que desafíen cada una de las definiciones ofrecidas.<sup>12</sup>

En otros términos, no ayuda mucho concentrarnos en definir qué cosa entendemos por problema en términos de elucidación previa. Más bien sería de utilidad prestar atención a aquello que las comunidades y la sociedad en general entienden como problema, incluyendo entre esas comunidades diferentes grupos, cada uno con la posibilidad de formular sus preocupaciones en términos en los que, en ocasiones, pueden implicar un papel relevante de la ciencia y la tecnología en modificar la situación de malestar o preocupación.

No obstante esta dependencia que la noción de problema tiene con la conceptualización por parte de algún grupo, habrá algo que tendrá que abordarse en cualquier caso y es la delimitación o demarcación del problema. Es decir, cuál es la extensión del problema, a cuántos individuos afecta, a cuáles de ellos si no a todos, cuáles características son relevantes para decidir la posibilidad de ocurrencia del problema, en qué parte del territorio, durante qué época o durante cuáles períodos se puede identificar o detectar ese problema, de qué modo es afectado cada individuo de la comunidad afectada. Aun cuando hay problemas bastante típicos de la ciencia, concebidos desde una visión muy general, que no presentan esta demarcación, como podría ser el problema de establecer con mayor precisión el momento en que el horizonte del *big bang* se torna invisible, queremos concentrarnos en aquellos problemas cuya solución, o ausencia de ella, afecta de algún modo a los integrantes de una sociedad. Por lo tanto, sostenemos que existen problemas no localizados, como el caso citado del *big bang*, o el problema de la unificación de la gravitación con el resto de las fuerzas de la naturaleza. Quizás estos problemas de carácter más general pueden vincularse con la investigación básica, zona de

---

<sup>12</sup> Véase la noción de problema para la ciencia en Laudan (1988: 14 y ss): "... que algo sea visto como un problema empírico dependerá, en parte, de la teoría que poseemos", p. 15. Y, a su vez, para que exista un problema tiene que estar relacionado con algún hecho conocido (p. 17).

la investigación en la que se introduce implícitamente la idea de que los resultados de la investigación no tienen, en principio, aplicaciones previstas. Es difícil mantener una división clara entre las investigaciones básicas para las que todavía no conocemos aplicaciones de aquellas en las que pueden preverse rápidamente. De cualquier modo, los resultados de estas investigaciones sin duda podrán promover otras en las que cada vez estemos más cerca de prever sus aplicaciones. De hecho, la clásica y discutible distinción entre ciencia básica y ciencia aplicada suele pensarse como una catarata en la que la primera derrama conocimientos para que la segunda se dedique a la resolución de problemas.

Hechas estas salvedades, muchos de los problemas en los que la sociedad visibiliza a la ciencia y a la tecnología como contribuyentes a una posible modificación del estado de cosas son problemas para los cuales debe abordarse la tarea de la delimitación y queremos analizar con un poco más de detalle esa tarea.

Utilicemos un caso de ejemplo para visualizar varias de las dificultades que deberemos enfrentar. Tomemos el caso de la desnutrición infantil como un problema. Es decir, no hay dificultades en obtener consenso en la sociedad acerca de que la desnutrición infantil es un problema y que constituye un aspecto de la realidad que queremos cambiar. Tampoco parece difícil aceptar que la sociedad espera que la ciencia y la tecnología contribuyan a modificar tal situación, aun cuando la solución no depende solamente de tener buenas teorías, artefactos o herramientas tecnológicas sino que involucra cuestiones de planificación política, decisiones soberanas, modificaciones en las concepciones culturales, intervenciones educativas, etcétera.

Al abordar cuáles son los individuos que están afectados por el problema, deberemos determinar si sólo nos referimos a un grupo etario y si ese grupo tiene límites precisos. Para el caso de la desnutrición infantil podremos fijar la edad por debajo de la cual el individuo se ve afectado, sin que eso signifique que luego de superar esa edad ya no está desnutrido, sino que no entra en el grupo debido a que cambia su clasificación. Esto ya es una variable molesta en cuanto a las intervenciones que podamos planificar, pero no parece traer dificultades en el recorte de cuáles son los individuos potencialmente incluidos en la demarcación. Por otra parte, tenemos la dificultad de delimitar qué entendemos por desnutrición. Esta faceta de la delimitación será mucho más difícil y habrá que fijar indicadores, llevar a cabo mediciones y estimaciones para decidir cuáles de los niños cae dentro o fuera del grupo de afectados. Queda bastante claro que, según los parámetros e indicadores que elijamos, un niño puede per-

tener o no al grupo de afectados y por lo tanto es una tarea muy delicada decidir sobre cuáles indicadores utilizaremos.

Una vez fijados esos indicadores y la edad, todavía queda la exploración de en qué regiones y en qué períodos tiene lugar este problema. Debemos explorar si la región está delimitada o los niños desnutridos están ubicados con distribuciones a todo lo largo del país presentando zonas de alta densidad y otras de baja densidad. También debemos tener registro acerca de los momentos, épocas o estaciones en los que tiene lugar la desnutrición o bien si es un estado que permanece en el tiempo desde el nacimiento hasta la edad establecida en la que automáticamente sale del universo de los niños, universo del que nos estamos ocupando por este problema.

Todavía queda por establecer si hay alguna característica de estos niños para poder detectar su pertenencia al grupo de los afectados. Por ejemplo, debemos explorar si afecta del mismo modo a la población rural que a la urbana, a los niños de familias que tienen ciertas tradiciones culturales y no otras, si hay diferencias por sexo, etcétera.

Para completar la tarea necesitaremos herramientas de medición, detección y estimación. Ahora abordamos otra dificultad. ¿Son nuestras herramientas de detección suficientemente sensibles para detectar grados de desnutrición no tan graves o solo detectan los casos más notorios? La *sensibilidad* de las herramientas de detección es una característica por la cual nuestro estudio puede fallar desde la base. Si nuestro detector de desnutrición nos arroja un resultado positivo solamente por encima de un umbral demasiado alto, estaremos atendiendo solo a los individuos severamente afectados y por lo tanto tendremos la impresión de que el problema de la desnutrición en el país no afecta a muchos individuos.

Es claro que esta situación, la de mostrar más o menos individuos afectados, podría tener impacto en la comparación con otros países y por lo tanto la elección de la sensibilidad debe ser motivo de discusión importante en la sociedad, ya que podría haber una distorsión de la presencia de un problema al elegir intencionadamente indicadores menos sensibles, disponiendo de otros mejores.

La sensibilidad de los instrumentos de detección es un valor epistémico de los artefactos. Acabamos de mostrar que puede ser manipulado, pero esa manipulación no constituye a la sensibilidad en un valor no epistémico. En este caso, la presencia de valores no epistémicos puede combinar-

se con un valor epistémico para dar un resultado u otro. Pero todavía son valores claramente distinguibles.

Una herramienta es más sensible cuanto menor es el umbral de cierto indicador para el cual detecta su presencia. No existe ningún medidor para indicadores continuos cuya sensibilidad sea nula.<sup>13</sup> Es decir, siempre habrá un umbral por debajo del cual el detector no detecta nada y, sin embargo, la magnitud en cuestión está presente, pero con un valor menor al umbral de sensibilidad. Un ejemplo sencillo es un detector de movimiento que sólo detecta movimientos más rápidos que cierta velocidad, o que detecta movimientos de cierta extensión, como los de las alarmas domiciliarias que no se disparan por el crecimiento de las plantas de la casa o por la caída de una mota de polvo o el vuelo de un mosquito.

Hay otra dificultad que se debe atender. Esta vez nos concentraremos en algún indicador que será medido con cierta herramienta y en este proceso obtendremos un número que es el resultado de la medición. Digamos que el indicador de desnutrición puede ser calculado y así obtener un número. Por simplicidad supongamos que, si ese número es superior a cierto límite, entonces cuenta como uno de los casos positivos de desnutrición. No hace falta que toda la desnutrición infantil se reduzca a un solo número, como alguna vez toda la inteligencia quiso aglutinarse bajo el coeficiente intelectual, pero baste con decir que es uno de los indicadores y que, para este indicador, hay un umbral y que bastaría que este indicador superara este umbral para decidir que se trata de un caso de desnutrición, a pesar de que hay otros indicadores por los que podría catalogarse igual en caso de que éste diera negativo.

Concentrémonos en qué tipo de herramienta hemos diseñado para este indicador. Supongamos que varios investigadores, o incluso personal que solamente está involucrado en la recolección de datos sobre los niños, aplican esa herramienta, sea un formulario, una encuesta, una entrevista, una medición del color de piel, el peso, la altura, o cualquier otra forma de registro que termine arrojando un número. La pregunta que queremos responder es cuál es la amplitud de resultados para distintas mediciones de un mismo niño. Esto es, cuál es la precisión de nuestro instrumento

---

<sup>13</sup> Al restringir nuestra afirmación a indicadores continuos queremos dejar aparte la discusión sobre detectores que se activan por conteo, como por ejemplo un contador Geiger, o algún otro dispositivo que detecta la presencia de entidades discretas como partículas u otras.



de medida. Al tratarse del peso del niño o de su estatura, está claro que la medición podrá arrojar números con algunos gramos o milímetros de incertidumbre o, incluso, un poco más. Pero la pregunta importante es si los resultados al agruparse estadísticamente alrededor de un número completan una campana bastante angosta o si por el contrario es bastante ancha. Digamos que al medir el peso de un niño se obtiene 12 kg, pero sabemos que esa balanza, cuando es utilizada una y otra vez con un peso de 12 kg ha mostrado tener un desvío de unos 200 gramos. Es decir, la balanza tiene una falta de precisión, como todo instrumento, y su falta de precisión se pone en evidencia porque, no todas las veces que se coloca el peso de 12 kg, marca 12 kg, sino que se han obtenido una serie de mediciones cuya dispersión permite obtener valores por debajo o por encima de 12 kg. Y esto ha sido establecido en los laboratorios eligiendo una pesa que se toma como si fuera el patrón de 12 kg.

Podríamos decir que el niño pesa  $12,0 \text{ kg} \pm 0,2 \text{ kg}$ . Ahora podemos decir que el peso de ese niño tiene un poco más del 66 % de probabilidad de estar entre 11,8 y 12,2 kg; o bien que existe una probabilidad mayor que el 99,7 % de que el niño pese entre 11,4 y 12,6 kg.

Peor aún, puede estar por fuera de ese margen, pero es menos probable: esto ocurriría en dos casos cada mil.

Ahora, ¿qué pasa si nuestra balanza tiene un desvío de 400 gramos? Con esta balanza podemos decir que hay un 66 % de probabilidad de que el niño pese entre 11,2 y 12,8 kg. Aunque estaríamos más seguros (99,7 %) de que su peso se encuentra entre 10,8 y 13,2 kg.

Cualquier persona involucrada en la captura de datos debería saber cuál es la dispersión asociada a su herramienta de medida. Pero la tarea de medir el peso a los niños no va acompañada de pedirle al niño que suba a la balanza unas cien veces, tomar nota de los resultados y luego armar el histograma correspondiente para visualizar el valor del desvío de la curva. Lo que suele ocurrir es que cada niño sube una sola vez a la balanza, la balanza ofrece una lectura, y el personal encargado de tomar datos anota ese dato en la ficha del niño. Quizás jamás hace subir dos veces seguidas a un mismo niño para advertir que la balanza no ofrece la misma lectura en dos oportunidades diferentes. Tal vez lo hace dos veces y la diferencia no es tan amplia como podría advertirse al realizar múltiples mediciones de un mismo caso. En todo caso, el registro del peso del niño puede quedar anotado como 12 kg, cuando deberíamos saber que su peso puede ser de 11,2 kg para el caso de la primera balanza, o de 10,8 kg para el

caso de la segunda. Si nuestro valor límite para incluirlo o no en el grupo de desnutridos fuera pesar menos<sup>14</sup> que 11,5 kg, entonces claramente, al registrar que pesa 12 kg, no lo incluimos, pero con ambas balanzas existen probabilidades de haber obtenido un falso negativo, es decir, un niño desnutrido para el que nuestra medición no detecta su problema. Por otra parte si para otro niño la balanza muestra un peso de 11,4 kg, seguramente será incluido en el grupo de afectados y sin embargo existe cierta probabilidad de que se trate de un caso falso positivo, es decir, no es despreciable la probabilidad de que su peso sea mayor a 11,5 kg.

En resumidas cuentas, otra característica crucial en detectar si un niño debe ser considerado o no en el grupo de afectados puede depender de la precisión del instrumento para decidir sobre el indicador en cuestión. Del mismo modo que adelantamos que no hay instrumentos de sensibilidad nula para las variables continuas, tampoco hay instrumentos de precisión infinita en la que no haya un grado de desvío entre distintas mediciones de un mismo caso. Cuanto más angosta sea la curva de resultados, mayor será la precisión. Pero no habrá nunca una campana que no tenga ningún espesor, es decir, siempre habrá una dispersión entre los resultados al medir una y otra vez el mismo objeto. Por lo cual no habrá modo de obtener un instrumento de precisión infinita. Lo que está como telón de fondo en esta discusión es que no accederemos a algo que podamos llamar “el verdadero valor de la variable (verdadero peso del niño)”. No podremos saber cuál es el valor exacto de su peso. No existe algo como la balanza de exactitud, existe la de precisión, y siempre es de *cierta* precisión. El valor exacto es algo que creemos que existe y llamamos el (verdadero) peso del niño. Pero nos contentamos con el peso medido o, mejor, el promedio de todas sus mediciones. Si la balanza tiene una precisión aceptable, tendremos entonces una medida aceptable de en qué rango está ese peso. Y lo mismo podremos obtener de todas las demás mediciones. Así es la ciencia y así es la tecnología. Ni más, ni menos.

Tanto la sensibilidad como la precisión son dos características de los instrumentos de medición que usaremos para delimitar el alcance y extensión del problema. Por lo cual, abierta esta discusión sobre los márgenes de posibles falsos negativos o falsos positivos, debe tomarse con cautela la noción de delimitación del problema de interés.

---

<sup>14</sup> Claramente es una simplificación para visualizar la dificultad, porque el solo peso de un niño no arroja información sobre su estado nutricional si no es en combinación con otros indicadores.

Este análisis muestra la problemática en una zona en la que los casos problemáticos son limítrofes pero no graves. Por lo tanto podríamos concebir la delimitación del problema como si se tratara de una mancha cuya intensidad es mayor en alguna zona que representa o agrupa a los casos graves o agudos y luego se va difuminando hacia casos no tan graves hasta diluirse en los casos límite. Casos para los cuales su pertenencia al grupo afectado es dudosa y depende de la sensibilidad y precisión de los indicadores, como hemos mostrado.

## 6. SOLUCIONES Y EFECTOS NO DESEADOS

La solución de un problema merece un análisis similar en cuanto a la delimitación de la zona, el grupo o las características de los casos que efectivamente han podido ser resueltos. No todas las soluciones que se intentan logran resolver todos los casos. Por lo cual podemos hablar de la *eficacia* de la solución implementada. Una solución habrá mostrado tener una alta eficacia si al implementarla se han resuelto todos los casos abarcados por el problema, mostrará una eficacia moderada o media si resuelve los casos graves pero no resuelve todos los casos y tendrá una eficacia baja si, a pesar de resolver muchos problemas, quedan todavía casos de gravedad sin poder ser resueltos.

Para que aspiremos a un escenario óptimo en que sean resueltos todos los casos, se deberá implementar alguna solución que seguramente será aplicada incluso a casos que no son afectados. El modo en que podemos abordar una delimitación difusa del problema es aplicando la solución incluso un poco más allá de sus límites difusos. De otro modo, corremos el riesgo de dejar casos problemáticos sin atender.

Por lo tanto, pretender una solución de alta eficacia nos lleva, casi indefectiblemente, a una solución de menor *eficiencia* ya que habrá que implementar la solución incluso en zonas y a individuos cuya pertenencia al grupo afectado puede no estar bien establecida.

En términos de nuestro ejemplo de la desnutrición, habrá que hacer llegar la dieta adecuada a una zona y un grupo de individuos entre quienes habrá algunos afectados y otros que no lo están. Esta estrategia de “cortar por lo sano” tendrá como resultado final que algunos niños no desnutridos recibirán el suplemento dietario, y que con ese exceso de distribución nos aseguramos que ningún niño desnutrido quede sin cobertura. De este modo se aplicarán recursos a casos no problemáticos, bajando

así la eficiencia de la implementación. Eficiencia y eficacia son valores tecnológicos que mantienen cierta tensión cuando es difusa la delimitación del problema.

La eficiencia de una acción tecnológica ( $\mathcal{A}$ ), siguiendo a Quintanilla (2005: 131), se puede medir por la proporción de los destinatarios ( $D$ ) a los que va dirigida una tecnología en los que se produjo efectivamente un resultado ( $R$ ) al implementarla, respecto del conjunto total de destinatarios y resultados:

$$E(A, D, R) = \frac{DnR}{DuR}$$

Hasta ahora hemos mostrado que podrían existir casos del conjunto  $D$  a los que no llega la acción y por lo tanto no muestran resultados o bien que hay casos no problemáticos (fuera de  $D$ ) y que, al extender la acción  $\mathcal{A}$ , han mostrado resultados (niños no desnutridos a los que se les provee el suplemento dietario).

Pero hay otras fallas de la eficiencia y son por diferencias entre los resultados esperados  $R_E$  y los resultados obtenidos  $R_O$ . En este caso podremos decir que hay dos diferencias a tener en cuenta: por un lado la solución prevista puede no ser eficiente caso por caso, es decir, puede ocurrir que, aun llegando la acción adecuada, algunos casos no muestren un resultado tan bueno como en la mayoría de los casos. Esto sería una disminución de la eficiencia no por el problema de la delimitación sino por las características probabilísticas de los resultados de la tecnología implementada.<sup>15</sup> Si en cambio  $R_O$  es diferente que  $R_E$  respecto a otras variables, enfrentamos ahora el problema de las consecuencias no deseadas de la aplicación tecnológica. Si entre los resultados obtenidos aparecen situaciones que desearíamos haber evitado, la acción pierde eficiencia a la vez que produce nuevos problemas. En términos del ejemplo de desnutrición podemos imaginar que el suplemento dietario produjo casos de reacción alérgica. Es aquí donde las polémicas sobre la implementación de las tecnologías debería seguir el principio de precaución, según el cual no deberían aplicarse hasta tanto no se sepan todas sus consecuencias posibles o previsibles.

Aun cuando esta formulación parece sensata, seguir este principio tiene varias dificultades que han sido discutidas y continúan siendo motivo de

---

<sup>15</sup> Miguel (2012: 218).

polémica. Este principio no debería llevar a una parálisis por la imposibilidad de prever consecuencias que caen fuera de la cosmovisión vigente ya que hay problemas acuciantes por resolver, y, por otra parte, no debería cerrarse su utilidad desde una perspectiva literal sino llevar la reflexión al problema de elegir cursos de acción en escenarios de incertidumbre.<sup>16</sup>

Vale la pena distinguir niveles de preocupación sobre las consecuencias no deseadas. Siempre existen efectos no buscados, como el del llanto de un niño recién vacunado por medio de una inyección. Pero hay dos situaciones que merecen análisis. La primera se refiere a casos en los que las consecuencias no deseadas serían inaceptables. La segunda, a los casos en los que querríamos evitarlas pero constituyen riesgos que la comunidad acepta al elegir entre diferentes tecnologías disponibles.

La primera situación puede incluso dar lugar a que ciertos grupos corran diferentes riesgos que otros, de manera que los unos y los otros no están igualmente afectados por la elección de las acciones a seguir. Más aún, podría ocurrir que el grupo de riesgo no coincide con el grupo que podría generar beneficios. Así oportunidades de beneficios y de daños no se distribuyen igual en la población. En este tipo de situaciones la participación de los actores involucrados y la discusión de los riesgos deben ocupar el primer plano en las decisiones.

## 7. TRES PERSPECTIVAS PARA LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SOCIEDAD

Dado el análisis anterior, es posible proponer una visión de las prácticas científicas y tecnológicas al interior de una comunidad que rescate diferentes escenarios y, en virtud de estas diferencias, permita concebir una perspectiva diferente de la problemática de CyT en S.

### 7.1 Racionalidad mesológica

Comenzaremos señalando la tradicional perspectiva en la que la tecnología y la ciencia se perciben como herramientas o instrumentos para solucionar problemas. En esta perspectiva, los efectos no deseados

---

<sup>16</sup> Véase para esta polémica en Sunstein (2009) y en Steel (2015).

son minimizados por no constituir en sí mismos una amenaza para la población. Esto no significa que no puedan surgir discusiones sobre las presuntas bondades de cada acción. La población acepta en su representación que las acciones llevadas adelante no hacen correr riesgos inadmisibles y también aceptan que resuelven el problema en cuestión con mayor o menor eficacia y eficiencia. No se da entonces un escenario problemático en el sentido del riesgo y por ese motivo parece viable todavía pensar la tecnología con la presunción de neutralidad valorativa. Es decir, el hecho de que no se produzca una situación dilemática entre intereses y riesgos hace que sea todavía posible sostener una visión tradicional de la ciencia y la tecnología como modos de enfocar un problema, darle solución y mejorar las condiciones de la especie humana y de otras, en virtud de valores compartidos en el interior de la comunidad.

Son ejemplos de este tipo las acciones para evitar la extinción de varias especies, un plan para combatir la desnutrición infantil, un plan de vacunación escolar,<sup>17</sup> el sistema de alfabetización, la provisión de agua potable, la seguridad vial, los controles en la producción y en el transporte de alimentos (cadena de frío y otros estándares), leyes y medidas de seguridad laboral, etcétera. En todos estos casos la ciencia y la tecnología están enfocadas en mejorar las condiciones y resolver problemas. Las discusiones en estos casos no apuntan a lo bueno o malo de cambiar el estado de cosas. No hay grupos que sostengan que es bueno que haya tuberculosis, o que sería bueno que los alimentos llegaran sin garantizarse su cadena de frío, sino que las discusiones apuntan a los mejores métodos para lograr estos objetivos compartidos e indiscutiblemente deseables.

Sostengo que la existencia de este tipo de casos, cuya tipificación es bastante clara en términos de herramienta y que no genera distinción de grupos afectados o beneficiados, constituye la plataforma para seguir alimentando la perspectiva de ciencia y tecnología como medios para la consecución de objetivos compartidos. Y a la vez esta perspectiva todavía parece fructífera para dar cuenta de tales casos.

## 7.2 Sociedad del conocimiento

Una segunda perspectiva que deseamos señalar es aquella que coloca al conocimiento científico y tecnológico como una marca de la comunidad

---

<sup>17</sup> Lo señalamos a sabiendas de las discusiones que pueda promover este punto.

a la que pertenecemos. La terminología “sociedad del conocimiento” ha sido utilizada para varios aspectos diferentes, muchos de ellos compatibles con lo que queremos representar aquí. En general se acepta que una sociedad del conocimiento ha realizado una transición en su economía de modo que sus bienes y servicios están mucho más asociados al conocimiento que a sus recursos materiales. Reemplazar la riqueza de un país en términos de granos por una riqueza en términos de metodologías y conocimiento de procesos lleva a otro tipo de economía. También debemos señalar que esta forma de economía lleva a otro modo de relación social, en el interior y en el exterior de esa comunidad. Por lo cual constituye de modo diferente los vínculos entre los ciudadanos y la forma en que ellos se relacionan con los procesos, prácticas y productos de la ciencia y la tecnología, y esta reconfiguración va más allá de su economía.<sup>18</sup>

Para que esta transición sea posible, hay esfuerzos colectivos, elecciones comunitarias y discusiones sobre cuáles cursos de acción llevarían a diferentes grupos a beneficiarse de cierto crecimiento o condenarse al declive en virtud de las elecciones estratégicas que la sociedad de una nación realice.

Estas discusiones pueden dejar a grupos importantes fuera del crecimiento que el país ha decidido promover, y deberán realizar una serie de cambios para que su subsistencia y futuro crecimiento vuelvan a tener viabilidad. Estamos refiriéndonos, por ejemplo, a decisiones entre generar un país exportador de ciertas tecnologías y no otras. Parece claro que decidir en favor de un plan nacional satelital promueve el crecimiento de ciertas industrias como la del *software*, o que la decisión en promover la tecnificación del campo, crear un sistema nacional de trasplantes de tejidos y órganos y la tecnología asociada a su conservación, traslado e implante, favorecen unas líneas de investigación y desarrollo mientras que no promueven del mismo modo otras. Decidir qué tipo de país y qué tipo de sociedad seremos es parte de la tarea democrática y muchas de las discusiones sobre este punto se dirigen a crear condiciones en las que los ciudadanos puedan tomar parte en tales decisiones desde una percepción informada de los distintos cursos de acción elegibles y sus consecuencias. Esta preocupación nos lleva indefectiblemente al problema educativo que suele nombrarse como “alfabetización científica y tecnológica” pero que debería extenderse a comprender el modo en que ciencia y tecnología son también formas de configurar la sociedad.

---

<sup>18</sup> Olivé (2007).

Aun cuando habrá grupos más favorecidos que otros, no se trata todavía de casos que ponen en riesgo a un grupo frente a otro en los términos señalados anteriormente. Decidir que el país promoverá la construcción de satélites artificiales pero no promoverá de igual modo la construcción de transatlánticos no constituye un riesgo del tipo del que se menciona respecto de la fumigación de plantaciones cercanas a una población. El riesgo de no crecer como empresa como consecuencia de las decisiones políticas de una comunidad no constituye una consecuencia que se desea evitar al realizar una acción tecnológica de intervención para la solución de problemas, como en secciones anteriores.

Por supuesto que cada decisión favorece un tipo de actividad y no otra, pero no debe confundirse ese panorama con el de la gestión del riesgo que reseñamos en la siguiente subsección.

Lo que debe quedar claro en esta segunda perspectiva es que aquí nos apartamos fuertemente de la primera perspectiva. Aquí la ciencia y la tecnología se utilizan para delinear el tipo de sociedad e individuos que queremos ser. Aquí es discutible el valor de los fines. Diferentes grupos desean distintos modelos de país, distintas formas de ser en el mundo como individuos y sociedades. Por lo tanto, la ciencia y la tecnología no son neutras, sino que son la forma que puede consolidar en gran medida ese tipo de sociedad que estamos planificando. Quizás la problemática de donación de órganos es un ejemplo bastante claro de cómo una sociedad es delineada y configurada parcialmente en términos de qué se propone hacer con su ciencia y su tecnología.<sup>19</sup>

En esta perspectiva, lo que ocupa el primer plano de la discusión es la obtención de consensos, la diversidad de mundos deseables al interior de las comunidades y la forma en que los ciudadanos están informados y pueden tomar parte activa en las decisiones comunitarias.

### **7.3 El riesgo tecnológico**

Finalmente hay una perspectiva para concebir la ciencia y la tecnología en una sociedad a través de situaciones de conflicto de intereses y riesgos. Esta perspectiva también tiene sus casos paradigmáticos que no

---

<sup>19</sup> Véase el modelo de donación y trasplante de órganos en Matezanz (2008).



sólo le dan sustento sino que no podrían ser abordados con las perspectivas anteriores sin una pérdida inmensa de la dimensión del problema.

Se trata de los casos en los que la implementación de determinada tecnología produce beneficios y daños en grupos diferentes. Por lo tanto, su aplicación genera una inequidad notable. Es importante señalar que la discusión se podría dar incluso en términos de probabilidad de beneficio *versus* probabilidad de daño, es decir, riesgo. Nombramos esta perspectiva como “perspectiva del riesgo tecnológico” para poner en primer plano dos aspectos relevantes: que se trata de consecuencias no deseadas y, además, que hay un grado de incertidumbre que da lugar a la noción de riesgo frente a la de daño.<sup>20</sup>

Si enfrentamos una situación de certeza de daño, entonces sería bastante evidente el rechazo al curso de acción que nos lleve indefectiblemente a ese desenlace.

En cambio, cuando se trata de probabilidad de daño, cada curso de acción compite con sus propias probabilidades de daño en el espectro de elegibilidad. Los defensores de cada curso de acción podrán exhibir la cantidad de veces que su tecnología no ha producido los efectos nocivos que se le atribuyen como posibles y de ese modo la discusión se hace más difícil porque tratamos con escenarios posibles aún no efectivizados.

La discusión se torna más compleja al introducir el problema de la posibilidad sin estimación de probabilidad. Es decir, es mucho más difícil tomar decisiones tratando de evitar escenarios posibles para los que no disponemos de una probabilidad de ocurrencia. Quizás sean escenarios posibles muy poco probables, no lo sabemos. Debemos tomar decisiones entre cursos en escenarios no sólo inciertos sino sin medida de su probabilidad.

Si logramos obtener indicadores de probabilidad, la discusión baja su nivel de complejidad aunque no desaparece la problemática de que las ocasiones de beneficio y de daño son asumidas por diferentes actores.

En este tipo de escenarios, la determinación de los actores representativos es crucial, la búsqueda de acuerdos y la modificación de normativas pasa a primer plano. Las discusiones comienzan a definirse en términos de intereses y riesgos de los diferentes grupos que incluso no tienen por

---

<sup>20</sup> Véase López Cerezo y Luján López (2000).

qué compartir las valoraciones sobre lo deseable y lo evitable. La situación pone en juego aspectos valorativos relativos a cada grupo, reflatando un tipo de “subjetividad grupal” que no puede desestimarse desde la valoración por parte de otros grupos. Todo ello inmerso en las valoraciones de la sociedad en la que se encuentran los grupos en conflicto. Estos conflictos no tienen por qué reducirse al enfrentamiento de solamente dos grupos, pudiendo generarse un escenario complejo de conflicto con varios grupos sobre una misma cuestión.

Son casos típicos que requieren de esta perspectiva para ser comprendidos y abordados la minería contaminante, las prácticas de fumigación extendida, la instalación de industrias sin plantas de tratamiento de efluentes en los cursos de agua, etcétera.

Los casos más notables de enfrentamiento de intereses ha llevado, en ocasiones, a pensar que ésta es la manera en que deberíamos entender la relación entre ciencia y tecnología en las sociedades, intentando con esta perspectiva poder dar cuenta de manera general de todos los casos.

Creo que analizar el caso del plan de nutrición infantil bajo esta perspectiva resultaría totalmente inadecuado. No encontraríamos grupos damnificados por la implementación de nuestro plan alimentario, no encontraríamos que quienes se benefician no son los afectados por los riesgos. Nada de lo más importante que rescata esta perspectiva del riesgo es interesante para los casos de la primera perspectiva. Y, paralelamente, utilizar la primera perspectiva para este tipo de casos de conflicto sería igualmente inadecuado. Concebir la minería contaminante como una herramienta para resolver los problemas sobre los que no hay discusiones sustantivas no parece ser una posición aceptable.

De manera similar el caso de la política de trasplantes de tejidos y órganos no parece ser interesante al ser abordado por la perspectiva del riesgo y su tratamiento desde la perspectiva de medios a fines pierde de vista la forma en que se modifican los lazos sociales para lograr una solución colectiva a un problema individual.

## 8. CONCLUSIONES

Hemos mostrado un modo en que podremos salir de la caja dicotómica en la que las posiciones se extreman para defender que la tecnología es

neutra, o bien que es la generadora de los efectos no deseados y que terminamos implementando nuevas tecnologías para remediar los resultados de las anteriores.

Con el fin de poder escapar a esa dicotomía que naturalmente conlleva una distinción entre expertos y legos, se distingue entre las tecnologías para las que no es crucial la alfabetización de aquellas en que estar adecuadamente informado nos da derecho y obligaciones en la vida democrática a fin de elegir el modelo de sociedad que deseamos y también se distinguen aquellas que enfrentan a diferentes grupos por los resultados posibles de las aplicaciones tecnológicas.

Contar con tres perspectivas claras en cuanto a sus caracterizaciones permite un análisis diferente que el de la neutralidad o no neutralidad de la ciencia y la tecnología dando lugar a un tratamiento específico a cada caso en términos de valores internos como la eficiencia, la eficacia, y valores externos como las preferencias, lo que queremos evitar y lo que no estamos dispuestos a correr como riesgo.

Que cada una de las perspectivas cuente con casos paradigmáticos permite comprender por qué tanto la primera como la tercera han disputado su fecundidad como marco para abordar las discusiones de CyT en S.

Los problemas abordados son de gran interés para la formación de ciudadanos y su integración en una sociedad que no solamente está configurada parcialmente por la ciencia y la tecnología sino que también presenta demandas sobre los científicos y tecnólogos para obtener soluciones a problemas que les resultan acuciantes. De manera que contar con perspectivas adecuadas que destraben las polémicas que se dan en términos simplificados puede contribuir a un modo nuevo de entablar las discusiones democráticas sobre los desarrollos que cada sociedad decide promover. También provee una mayor riqueza de análisis para la educación escolar que permite llevar al aula las discusiones actuales sobre la ciencia y la tecnología en la sociedad, pudiendo escapar a la demanda de tomar partido sobre una visión optimista o pesimista de estas actividades, en el marco de una percepción social dicotómica. Esta terna de perspectivas se constituye entonces en una herramienta conceptual, no neutra, a fin de poder abordar una etapa más avanzada de la alfabetización científica y tecnológica que es necesaria para que los ciudadanos elijan su futuro colectivamente involucrándose en el control democrático del desarrollo científico y tecnológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Feenberg, A. (2012): *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- (2013): “Critical theory of technology”, en *A companion to the philosophy of technology*, Singapore, Wiley-Blackwell, pp 146-153.
- Ferreyra, H. A. (dir) y L. C. Bono (coord.) (2011): *Cultura tecnocientífica y percepción ciudadana de la ciencia y la tecnología en la provincia de Córdoba (República Argentina): conocer para comprender y construir con compromiso una sociedad más participativa*, Universidad Católica de Córdoba.
- Giri, L. (2014): “El problema de la neutralidad tecnocientífica: una idea para cuestionarla desde la educación”, *Tekné*, N° 8, Oberá, Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Misiones.
- Gómez, R. (2014): *La dimensión valorativa de la ciencia. Hacia una filosofía política*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- Ihde, D. (2013): “Technology and science” en *A companion to the philosophy of technology*. Singapore, Wiley-Blackwell, pp. 51-60.
- Kreimer, P. (1999): *De probetas, computadores y ratones*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.
- Lacey, H. (1999): *Is science value free? Values and scientific understanding*, Londres y Nueva York, Routledge.
- (2012): “Las diversas culturas y las prácticas de la ciencia”, en Fernando Tula Molina y Gustavo Giuliano (coords.) *Culturas científicas y alternativas tecnológicas*, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, pp. 133-166.
- Latour, B. (1983): “Give me a laboratory and I will raise the world”, en K. Knorr-Cetina y M. Mulkay (comps.), *Science observed: Perspectives on the social study of science*, Londres, Sage.
- (1987): *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- (1999): *Pandora's hope. Essays on the reality of science studies*, Cambridge, Harvard University Press.
- López Cerezo, J. A. y J. L. Luján López (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.
- Matezanz, R. (2008): *El modelo español de coordinación y transplantes*, Madrid, Grupo Aula Médica.
- Miguel, H. (2012): “Comentarios sobre el texto de Fernando Tula Molina” en F. Tula Molina y G. Giuliano (coords.) *Culturas científicas y alternativas tecnológicas*, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, pp. 269-278.
- (2014): “La enseñanza de las ciencias naturales: de los productos a las prácticas”, en M. C. Di Gregori, L. Rueda y L. Mattarollo (coords.)

*El conocimiento como práctica. Investigación, valoración, ciencia y difusión.* La Plata, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UNLP.

Olivé, L. (2007): *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento*, México DF, FCE.

Pels, D. (2003): *Unhastening science. Autonomy and reflexivity in the social theory of knowledge* Liverpool, Liverpool University Press.

Quintanilla, M. A. (2005): *Tecnología: un enfoque filosófico*, México DF, FCE.

Radder, H. (2013): "Science and technology: Positivism and critique", en *A companion to the philosophy of technology*, Singapore, Wiley-Blackwell, pp 61-65.

Reising, A. (2007): *Humanos y máquinas: Aspectos epistemológicos de su relación en el debate humanismo-poshumanismo*, Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata.

Snow, C. P. (2000): *Las dos culturas*, Buenos Aires, Nueva Visión.

Steel, D. (2015): *Philosophy and the precautionary principle: science, evidence and environmental policy*, Cambridge, Cambridge University Press.

Sunstein, C. R. (2009): *Las leyes del miedo. Más allá del principio de precaución*, Madrid, Katz.

Tula Molina, F. (2006): "El contexto de implicación: capacidad tecnológica y valores sociales", *Scientiae Studia*, Vol. 4, N° 3, pp. 473-84.







# Comunicación pública de la ciencia en el Museo de Física. Desafíos de un museo universitario

Mariana Santamaría<sup>1</sup>, María Cecilia von Reichenbach<sup>2</sup>

## RESUMEN

Patrimonio e interactividad pueden conjugarse en un museo, invitando al visitante a comunicarse con los objetos de diversas formas, que lo interpelan y estimulan en él preguntas y curiosidades, sin poner en juego la conservación del acervo. Hay muchas formas de conseguir este delicado equilibrio entre preservación y participación. En este artículo presentamos algunas de las estrategias desarrolladas en el Museo de Física de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, en sus veinte años de interacción con el público.

## PALABRAS CLAVE:

Instrumentos científicos, comunicación pública de la ciencia, museos, formación en docencia, investigación y extensión.

---

<sup>1</sup> Museo de Física, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata. [mariana@fisica.unlp.edu.ar](mailto:mariana@fisica.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Museo de Física, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, e IFLP, CCT-La Plata, CONICET. [cecilia@fisica.unlp.edu.ar](mailto:cecilia@fisica.unlp.edu.ar)

## I. INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es relatar cómo una colección de instrumentos científicos de demostración se convirtió en la base de la creación de un museo de física. Todo comenzó con un trabajo de investigación acerca de la importancia de la adquisición de instrumental científico para la implementación de las primeras actividades de investigación en ciencia en la Argentina, y en particular en la física. Se trata de un trabajo del filósofo e historiador de la ciencia Guillermo Ranea (Ranea, 1991), que atrajo la atención de los historiadores y los físicos acerca de la colección de instrumentos del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas, perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata. Para resguardo y exhibición de esta colección un grupo de profesores del Departamento decidió crear el Museo de Física, hecho que se formalizó el 24 de noviembre de 1994. Pero crear un museo a partir de una colección universitaria no es tan sencillo como parece, y pasaron cuatro años y el trabajo de muchos físicos, estudiantes, técnicos y museólogos antes de que sus puertas se abrieran al público en 1998.

El Museo depende del Departamento de Física, y como tal es un museo universitario, contando como acervo principal una colección de instrumentos destinados a la enseñanza de la física. Éste comprende los instrumentos de demostración adquiridos a la firma alemana Max Kohl en 1906 para la creación del Departamento —en sus inicios llamado Instituto de Física—, más algunos instrumentos de investigación sumados durante la primera mitad del siglo XX. Los instrumentos didácticos han sido construidos con la función específica de ser puestos en funcionamiento para experimentar fenómenos de la naturaleza, lo que permitió hacer con esta colección un museo de características muy singulares. Podría decirse que le confiere la singular característica de una delicada combinación de museo histórico y centro participativo de ciencias.

Desde hace más de cien años estos aparatos están siendo utilizados con notables resultados para enseñar la física a los estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas. Son alrededor de tres mil instrumentos de un estudiado diseño y excelente construcción, en su mayoría en buenas condiciones de uso y conservación. Están siendo objeto de tareas de restauración y conservación preventiva, por parte de profesionales del área y estudiantes de física. Estos trabajos tienen por objetivo fundamental la recuperación del funcionamiento, respetando el valor museológico del objeto. Dado que algunos de ellos no han sido superados o reemplazados por nuevas adquisiciones, continúan siendo utilizados por los profesores del Departamento de Física para las demostraciones en clase. Por otra



parte, este material es puesto en funcionamiento durante visitas al Museo, a las que concurren grupos de todos los niveles educativos y público en general. Además, el patrimonio del museo comprende los libros y publicaciones de física anteriores a 1912, que han sido separados de la Biblioteca del Departamento por su valor histórico, y que constituyen una base documental de gran valor para los historiadores de la ciencia local. La adquisición del instrumental y los libros fue de crucial importancia en el desarrollo de la enseñanza y las primeras investigaciones en física en el país (von Reichenbach, 2012).

En su momento fundacional el Museo tenía un objetivo muy claro: la puesta en valor, preservación, conservación y restauración del patrimonio instrumental y bibliográfico del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas (UNLP), y su difusión en la comunidad. Sin embargo, a lo largo de sus veintidós años, se fueron ampliando y corrigiendo los objetivos y las prioridades que se formularan en sus comienzos. Éste no fue un cambio casual, sino el fruto de la experiencia junto a los visitantes, al aprendizaje de los docentes, la evolución de la museología y las técnicas de conservación del patrimonio, la investigación sobre la historia de la institución y sus pioneros, así como los periódicos balances de actividades, logros y debilidades.

## 2. MUSEOS UNIVERSITARIOS

En su carácter de museo universitario, el Museo de Física forma parte de la Red de Museos de la UNLP (Loza, 2010). La misma está conformada por catorce museos que conservan el patrimonio de la Universidad Nacional de La Plata y de los Institutos preexistentes.

La génesis de los museos universitarios es particular: en algunos casos son parte de una cátedra, en otros son colecciones que han perdurado a lo largo del tiempo; pueden ser colecciones particulares donadas a la Universidad, instrumentos de enseñanza, material de campo, colecciones botánicas, esculturas y pinturas, material anatómico de estudio, etc. Pueden funcionar en un aula, en una sala de consejo, en espacios pequeños, medianos o grandes dentro de sus facultades y ser hasta iconos turísticos de la ciudad como el Museo de Ciencias Naturales de La Plata.

Estos museos se distinguen de los otros por compartir rasgos bien definidos aunque sean muy diversos en sus temáticas y espacios físicos. Poseen

objetivos afines, facilidades y dificultades similares, además de la pertenencia en común a la Universidad. Todos incluyen dentro de sus misiones la investigación, la docencia y la extensión, y, a pesar de que combinar estas tres actividades en torno a un museo no es una tarea sencilla, es muy estimulante.

Los museos universitarios son, en definitiva, reflejo de la actividad de las instituciones en las que se han formado, testigos vivos de un pasado, vitrinas abiertas a la sociedad que muestran la actividad docente e investigadora realizada. Los museos universitarios son espacios que conservan la memoria científica, técnica y profesional, y permiten materializar los conceptos e ideas en objetos cuya categoría y significación histórica los convierten en bienes patrimoniales (González Bueno, 2007).

Para Marta Dujovne (2008), los museos universitarios tienen incorporada fuertemente una misión de extensión, además de las funciones propias de todo museo:

Sin retroceder en el área de investigación y docencia, cada museo universitario debe considerar sus colecciones como patrimonio público, asumir su conservación y documentación, actuar como mediador cultural en relación con las capas más amplias de la población y posibilitar distintas maneras de acceso al acervo y de uso de la institución. Debe, además, ampliar la actividad académica, para ocuparse de las tareas museológicas con la misma intensidad y rigor conceptual que la universidad exige a la investigación en cada disciplina.

En la actualidad, la apertura a nuevos visitantes y la conservación de sus colecciones son algunas de las prioridades de los museos universitarios, tanto para la preservación de los bienes patrimoniales que cuidan, como para su disfrute por parte de todos los públicos que lo visitan. Es vital apelar a la creatividad y a otras disciplinas para ampliar la oferta de actividades y poder comunicar su misión, despertar vocaciones y poder ser una de las puertas de entrada a la Universidad para públicos cada vez más diversos.

### 3. COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA, MÚLTIPLES FORMAS DE DIVULGACIÓN

La comunicación de la ciencia se define como el uso apropiado de distintas herramientas, medios, actividades y diálogos para producir una o más de las siguientes respuestas en torno a la ciencia: conciencia, divertimento, interés, formación de opinión y comprensión (Burns, 2003: 183).

En los museos y centros participativos de ciencia se está desarrollando una nueva manera de pensar y comunicar la ciencia, que pide diseñar estrategias más flexibles y diversificadas en cuanto a públicos, escenarios, lenguajes y herramientas. Hoy se puede pensar la divulgación en sus formatos tradicionales: exposiciones de museos, ferias de ciencia, prensa escrita, radio, televisión o formatos que utilizan las nuevas tecnologías como los portales *web* (páginas personales, institucionales, *blogs*, redes sociales). Cada uno de estos formatos tiene sus ventajas y debilidades, pero cada vez son más las herramientas comunicacionales usadas para transmitir ideas y contenidos en formas innovadoras.

El Museo de Física recibe alrededor de 6.000 alumnos y docentes al año provenientes de jardines de infantes, escuelas primarias, secundarias, institutos terciarios y alumnos universitarios. También se reciben visitantes ocasionales y familias; estudiantes y profesores extranjeros. Anualmente en distintos eventos como “La Noche de los Museos” se reciben en una sola jornada alrededor de 2.000 visitantes, de edades y características muy diversas, que se acercan a fin de disfrutar de espectáculos y experiencias interactivas diseñadas especialmente para esa noche y ese público tan variado.

En nuestro caso las actividades de comunicación pública de la ciencia, al igual que nuestra misión, han ido transmutando por un camino de evaluación y retroalimentación constante hacia el interior del equipo interdisciplinario<sup>3</sup> del Museo. Hemos ido desarrollando estrategias que constituyen alternativas interesantes frente a las propuestas tradicionales de un museo patrimonial de ciencia. Aprovechando que durante el tiempo que pasa el público en el museo se establece un diálogo con los docentes, tratamos de desarrollar habilidades de comunicación basadas en un lenguaje en común con el visitante, seguir el diálogo hacia donde el interés del grupo quiere llevarlo, atender a las distintas necesidades e inteligencias<sup>4</sup>, apelar al humor para favorecer el acercamiento, y desarrollar tácticas para volver a captar el interés. Por otra parte, esta tipología de museo, de la cual formamos parte, tiene un desafío muy grande para generar actividades

---

<sup>3</sup> En el Museo trabajan doctores y licenciados en física, estudiantes de física y física médica, matemática, profesorado de física y matemáticas, biotecnología, ingeniería, técnicos restauradores y museólogos.

<sup>4</sup> Se refiere a la teoría de las inteligencias múltiples, propuesta en 1983 por Howard Gardner, profesor de la Universidad de Harvard. Él propone ocho tipos de inteligencia según las capacidades intelectuales, motrices y emocionales de las personas: lingüística, lógico-matemática, espacial o visual, musical, corporal, intrapersonal, interpersonal, naturalista.

atractivas e interactivas. En nuestro caso, los objetos de la colección fueron diseñados para ser puestos en funcionamiento, de modo que la interactividad está incluida desde su diseño y construcción. Claro que fueron pensadas para demostraciones desarrolladas por personas idóneas y con poca asiduidad, lo que propone ciertos desafíos ineludibles: ¿cómo exponer o poner en funcionamiento o al alcance del público objetos patrimoniales de alto valor histórico, sin poner su integridad en riesgo? ¿Cómo lograr interactividad, necesaria para lograr un aprendizaje significativo? Éste es un reto permanente en los museos patrimoniales, del que escapan los centros interactivos de ciencias, que lleva a agudizar el ingenio y los cuidados de los conservadores. En este aspecto nuestra experiencia nos indica que el trabajo conjunto entre museos y centros de ciencia puede aportar nuevas estrategias, así como también el trabajo interdisciplinario entre docentes, restauradores, físicos y comunicadores.

Por otro lado, los significados que pueden ser transmitidos con cada objeto son múltiples: no se abordan únicamente contenidos de la disciplina, sino también acerca de procedimientos, del contexto histórico, social y político en que fueron desarrollados, su aplicación en la tecnología, con su consiguiente impacto en la calidad de vida, así como connotaciones ecológicas, bélicas, etcétera.

Las tareas de difusión que encaramos incluyen entre otras el diseño y montaje de exhibiciones y de material didáctico, el estudio de instrumentos patrimoniales de demostración y la construcción de nuevos prototipos, la participación en ferias, jornadas, congresos y talleres de formación docente, el diseño y la realización de actividades de demostración. Estas últimas consisten en experiencias de física para público general y clases no formales para grupos de jóvenes de distintas edades, desde encuentros para niños de cinco años hasta clases de perfeccionamiento para profesores. Un hecho destacable es la planificación de las actividades en función de temas de interés que abarcan diversos temas científicos, más que en contenidos disciplinares. Esta particular manera de abordar los temas de física, que ha probado ser exitosa en las clases en el Museo, no es novedosa, sino que ha sido probada con éxito en otros museos (Wagensberg, 2000 y 2001).

En búsqueda del cumplimiento de nuevos objetivos que involucren de manera más activa a los visitantes, el Museo se ha constituido también en la cara visible del Departamento de Física ante la comunidad, sirviendo de inspiración para otras iniciativas de extensión que surgieron posteriormente y que trabajan en colaboración con el museo. En ese sen-

tido se presenta como un ámbito abierto a propuestas de actividades de extensión generadas por otros docentes investigadores locales, a los que les ofrece apoyo de diversas maneras; por ejemplo, vinculándolos con el público que visita el museo. En función de la experiencia adquirida, se replantearon en 2015 los objetivos del Museo, haciendo foco en el visitante, quedando definida su misión de la siguiente manera:

Ser difusor del patrimonio histórico que compone su acervo y funcionar como un centro participativo de ciencia. El Museo se propone despertar inquietudes y curiosidad sobre los fenómenos naturales que la física aborda, apelando a la capacidad de asombro mediante experiencias participativas.

Dentro de las actividades educativas que se realizan en la actualidad, se destacan las actividades dirigidas al público en general y a grupos de nivel preescolar, escolar, terciario, universitario y con capacidades diferentes. El sistema de visitas está organizado a modo de clases no formales para grupos de hasta treinta personas, a los que se dedican con exclusividad entre una y tres horas, en la sala. Dos docentes coordinan las actividades y llevan a cabo demostraciones con instrumentos –patrimoniales y no patrimoniales–, en los que el objetivo es mostrar otros enfoques de los temas tradicionales de la física, promoviendo el entretenimiento y, facilitando así una visión más amigable de la Física. Las visitas pueden funcionar como disparadores para el trabajo en el aula o como cierre de los módulos abordados. Cada visita se estructura en función de las diferentes áreas de conocimiento, sin olvidar la recreación y el juego como herramientas para el crecimiento y el aprendizaje. Lo que se busca es estimular el razonamiento lógico que surge de la observación directa de experimentos vistosos, con referencias a la historia de la ciencia y la técnica –con énfasis en los desarrollos locales–, vínculos con otras disciplinas de estudio de la naturaleza y relaciones con la vida cotidiana. Algunos de los temas que se desarrollan son: energía, fluidos, termodinámica, mecánica, sonido, electricidad, magnetismo y óptica<sup>5</sup>.

Cabe destacar que los docentes que coordinan las visitas se eligen por medio de una convocatoria abierta a estudiantes de cualquier unidad académica a conformar equipos de educadores no formales en ciencia. A través del dictado de charlas y talleres desarrollados por el equipo interdisciplinario del museo se capacita a los estudiantes para desarro-

---

<sup>5</sup> Para ver el contenido de las visitas actuales ingresar a: <http://museo.fisica.unlp.edu.ar/visitas>

llar herramientas de educación no formal y comunicación pública de la ciencia. Para ello se cuenta con especialistas en didáctica, comunicación, museología y ciencia. Las tareas que realizan los estudiantes consisten en dirigir los encuentros con los visitantes en el museo, en el diseño y elaboración de talleres interactivos sobre temas de ciencia de interés en la comunidad, para presentarlos luego en visitas a los centros comunitarios, escuelas, centros culturales, etc. Existe un equipo estable de docentes que forman a los estudiantes, y que se especializan en esta modalidad docente, para luego replicarse en otros ámbitos.

#### 4. ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES

Teniendo en cuenta estas variables, en el Museo de Física se desarrollaron diversas estrategias de difusión y comunicación que involucran la investigación, la docencia y la extensión. Son actividades pensadas para un público amplio en el que cada integrante de la familia puede encontrar algo pensado especialmente para ellos. Entre estas tácticas figuran:

- Aprovechar fechas y eventos especiales y/o conmemorativos (semana de sonido, año internacional de la luz, semana de C&T, etc.).
- Utilizar temas de interés general que ya están instalados en los visitantes (interés por los superhéroes, la ciencia ficción, los monstruos, los Simpson, la literatura clásica, la música, etc.), como excusa para hablar de temas relacionados directamente con la física, la historia de la ciencia y de la universidad local, de los científicos locales, etc.).
- Apelar a las distintas inteligencias desarrolladas por Gardner acercar a los visitantes a la temática del Museo y sus propuestas.
- Utilizar todos los recursos que provee Internet para reforzar la comunicación, llegar a diversos públicos y poder ampliar la información en medios digitales. Usar la página *web* como complemento de las exhibiciones y redes sociales para generar vínculos con los visitantes/usuarios.
- Desarrollar material didáctico que permita complementar la experiencia de la visita al museo. Se desarrollan textos disponibles a fin de descargar en la *web* para trabajar antes y después de concurrir al museo. Se construyen prototipos que permiten explicar distintos fenómenos físicos para reducir el uso del patrimonio. A su vez estos prototipos pueden ser construidos y replicados por los visitantes con materiales muy sencillos.

Las actividades de comunicación pública de la ciencia que propone el Museo han ido creciendo y mutando, teniendo en cuenta el contexto social del país, de la Universidad y las necesidades de los docentes y público que nos visitan. A lo largo de los veinte años de su existencia algunas de las actividades que se realizaron en materia de divulgación son:

- Visitas de grupos escolares de todos los niveles. Las mismas han ido cambiando sus objetivos en función de la experiencia con los visitantes, la actualización de los conceptos de educación no formal y la capacitación constante de los docentes del Museo.
- Desarrollo de publicaciones de divulgación para público general y específico para docentes<sup>6</sup>. El Museo cuenta con tres libros editados en conjunto con el Instituto de Física de La Plata del Conicet (IFLP-CCT).
- Charlas internas de capacitación para el equipo. Generalmente sobre temas de actualidad de la física o sobre historia de la ciencia o uso de algún equipamiento específico que pasa a formar parte de la colección. Por ejemplo ondas gravitacionales, válvulas, partículas elementales. La posibilidad de contar con especialistas para las charlas forma parte de las ventajas de pertenecer a un ámbito universitario, donde convergen saberes y curiosidades muy diversas.
- Charlas de divulgación. Requieren una interesante investigación previa que lleva muchas veces a publicaciones en revistas de historia de la física. Algunos ejemplos son los seminarios sobre Richard Gans, Tebaldo Ricaldoni, Margrete Heiberg, la disputa Tesla-Edison, historia del láser, etc. Esta actividad no espera un público masivo, sino una audiencia interesada en temas de historia de la ciencia.
- Muestra permanente. En la sala del Museo se puede observar una gran parte de los instrumentos de demostración comprados en 1906 para dictar clases de física. Esta colección es el acervo principal del museo y cuenta con alrededor de 2.500 instrumentos. Actualmente la muestra está en proceso de remodelación para mejorar sus capacidades comunicativas y optimizar el diálogo entre el patrimonio y los visitantes.
- Muestras temporarias: son exhibiciones pequeñas, en general sobre un tema específico. Se realizan en la sala del Museo y en una vitrina que está ubicada en el interior del Departamento de Física. También se realizan muestras conjuntas con otros museos de la Red de Museos de la UNLP, así como exhibiciones itinerantes.

---

<sup>6</sup> Ver [http://museo.fisica.unlp.edu.ar/libros\\_y\\_publicaciones](http://museo.fisica.unlp.edu.ar/libros_y_publicaciones)

- Organización de charlas de divulgación para público general. Eventualmente se realiza este tipo de charlas en las que se invita a divulgadores para presentar sus libros o trabajos. Por ejemplo: *Todo lo que sé de ciencia lo aprendí mirando Los Simpson* (Claudio Sánchez), *Nada fascinante* (José Edelstein).
- Participación en eventos sociales y de ciencia en plazas, escuelas, ferias, etc. Se utiliza el formato de *stand*, llevando experiencias participativas e instrumentos didácticos. No se lleva patrimonio a estas actividades que se realizan fuera del ámbito del Museo.
- Talleres de vacaciones. Una oferta de muy alta calidad en educación científica: se muestran experiencias, se explica el fenómeno, se ofrecen los materiales para que cada chico arme su prototipo y luego juegan. Ha demostrado ser muy costoso en tiempo, esfuerzo y docentes asignados para ser aprovechado por pocos chicos.
- Noche de los Museos: eventos masivos para público general que se realizan anualmente, organizados en conjunto con la Red de Museos, la Municipalidad y la Provincia. Esta actividad también tuvo su evolución, ya que en sus primeras ediciones se presentaban clases demostrativas muy similares a las visitas que se realizaban diariamente al Museo. Luego se pasó por el armado de estaciones con distintos temas y experiencias por las que circulaba el público. Sin embargo, el evento se ha instalado como un clásico en la ciudad, por lo que se reciben alrededor de 2.000 visitantes en una noche. Adaptando las actividades a esta realidad, se apela a todas las formas de comunicación pública de la ciencia para desarrollar temas de física pero relacionados a temas de interés general vinculados con la literatura, el cine, el arte y otras disciplinas.
- En las últimas cuatro ediciones se presentó un espectáculo teatral con experiencias de física, exposiciones de arte en la sala del Museo, *stands* y experiencias al aire libre realizadas por el equipo del Museo junto con voluntarios. A esto se sumaron ofertas de comunicación de la ciencia realizados por otros laboratorios y proyectos de extensión, con la presencia de científicos invitados para cada actividad. En la planificación de estos eventos se convoca a especialistas de distintas áreas del conocimiento científico y artístico, con la intención de presentar a la física, la ciencia y el arte como parte de la cultura y la vida cotidiana. Los títulos de los eventos realizados ilustran los temas abordados:
  - 2009: Allá lejos y hace tiempo
  - 2010: ¡Pero si estás igual! Versiones modernas de inventos antiguos.
  - 2012: Superfísica: el poder de los superhéroes.
  - 2013: Superfísica recargada: sacá el superhéroe que hay en vos.



2014: Monstruosa noche del Museo de Física. La criatura de Victor Frankenstein.

2015: Noche espacial en el Museo de Física.

En general los cambios implementados surgieron de reuniones grupales realizadas anualmente, o luego de concluida alguna actividad, para evaluar y definir nuevas estrategias. Los aspectos a tener en cuenta para estas valoraciones pueden resumirse en:

- Esfuerzo de producción en relación con:
  - Cantidad y tipo de público (eruditos, familias, jóvenes, etc.).
  - Replicabilidad (aprovechamiento posterior –repetir el evento en otras oportunidades y lugares, en clases, etc.; y también del aprovechamiento posterior del material adquirido–, equipo de luces, informático, micrófonos).
  - Costo en dinero y en recursos (equipos, insumos, etc.).
  - Investigación previa y generación de publicaciones científicas.
- Respuesta del público (en distintos públicos). Dado que el número de visitantes diarios es bajo, la estrecha relación entre el público y los integrantes del Museo provee información directa sobre este punto. Por otra parte, se recopilan opiniones a través del libro de visitas y las redes sociales.

Hacemos notar que el presupuesto anual del Museo es el indispensable para el funcionamiento mínimo del museo: recibir visitas en la sala y adquirir insumos de conservación preventiva. Los fondos necesarios para llevar adelante todas las demás actividades se gestionan a través de subsidios para museos y actividades culturales y educativas, proyectos de extensión, y donaciones de la Asociación Física Argentina y la Fundación Ciencias Exactas.

## 5. CONCLUSIONES

Como toda institución, un museo tiene una historia que se va guiando de acuerdo con objetivos e intereses, tanto de los propios integrantes como de los beneficiarios. En este recorrido, si el museo es dinámico y responde a las demandas de la sociedad para la que guarda y exhibe sus colecciones, hay cambios y redefiniciones. En este trabajo comentamos los trayectos

recorridos por un pequeño museo universitario, no con la intención de dar recetas de éxito sino ideas para pensar maneras de comunicar la ciencia.

Si bien la gestión del Museo conlleva un esfuerzo considerable, también obliga a adecuar las acciones hacia los objetivos de las instituciones de las que depende: Facultad, Universidad, organismos de cultura, patrimonio y educación. Eso nos lleva a planificar las tareas en forma dinámica y coordinada con otros organismos, lo que mantiene ágil y activo al Museo. En palabras de Jorge Wagensberg (2014):

Un museo de ciencias es un ser vivo que, como todos los seres vivos, se obliga a sí mismo a durar en el tiempo, pero que, además, debe luchar por su credibilidad y prestigio en todo lo que hace.

## 6. REFERENCIAS

- Burns, T. W., D. J. O'Connor y S. M. Stockmayer (2003): "Science communication: a contemporary definition", *Public Understanding of Science*, N° 12, pp. 183-202.
- Cabana, M. F.; E. Deleglise, E.; Fragapane y B. Zorba (2010): "Redescubriendo el potencial del Museo de Física", *Actas del I Congreso Nacional de Museos Universitarios*, La Plata.
- Díaz-Plaza Varón, A. (2011): "Un ejemplo de museo universitario: el Museo de Artes y Tradiciones Populares de la UAM", *Entremons, UPF Journal of World History*, N° 2 .
- Dujovne M. (2008): "¿Museos en las universidades?", *Todavía*, N° 19.
- Gardner, H. (2011): *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*, Paidós.
- González Bueno, A. y A. Baratas Díaz (2007): "Museos y colecciones histórico-científicas de las universidades madrileñas el patrimonio de Minerva", Madrid, Comunidad de Madrid. Consejería de Educación.
- Loza, A. y M. C. von Reichenbach (coords.) (2010): *Los museos de la Universidad Nacional de La Plata y su red: un catálogo de su patrimonio*, La Plata, Universidad Nacional de La Plata.
- Ranea, G. (1991): "Origin and (mis)fortune of the collection of scientific instruments of the Department of Physics, La Plata, Argentina", *Proceedings of the XI International Scientific Instrument Symposium*, Bolonia.
- Santamaría, M. (2012): "Origen y creación del Museo de Física de la Universidad Nacional de La Plata", *Actas del I Congreso Nacional de Museos Universitarios*, La Plata.
- Red de Museos de la Universidad Nacional de La Plata.

- von Reichenbach, M. C. y A. G. Bibiloni (2012): “Las dificultades de implantar una disciplina científica. Los primeros cincuenta años del Instituto de Física de La Plata”, en Hurtado de Mendoza, *La Física y los físicos argentinos, historias para el presente*, Córdoba, Asociación Física Argentina, Universidad Nacional de Córdoba.
- Wagensberg, J. (2000): “Principios fundamentales de la museología científica moderna”, <[http://www.bcn.cat/publicacions/bmm/quadern\\_central/bmm55/5.Wagensberg.pdf](http://www.bcn.cat/publicacions/bmm/quadern_central/bmm55/5.Wagensberg.pdf)>, consultado el 10 de agosto de 2016.
- (2001): “A favor del conocimiento científico (Los nuevos museos)”, <[http://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea\\_investigacion/Comunicacion\\_y\\_Lenguaje\\_ICL/ICL\\_002.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea_investigacion/Comunicacion_y_Lenguaje_ICL/ICL_002.pdf)>, consultado el 10 de agosto 2016.
- (2014): “Ciencia y sociedad en el siglo XXI”, *Cuadernos de cultura científica*, <<http://culturacientifica.com/2014/04/12/ciencia-y-sociedad-en-el-siglo-xxi-pot-jorge-wagensberg>>, consultado el 11 de agosto de 2016.







# Internet: entre lo real y lo virtual

Héctor Gustavo Giuliano<sup>1</sup>

Desde los comienzos del maridaje entre electricidad y comunicación humana, materializado con la aparición del telégrafo en la primera mitad del siglo XIX, las telecomunicaciones se han desplegado en una vasta e intrincada red que abarca la superficie del planeta, se hunde en sus océanos a través de miles y miles de kilómetros de cables submarinos y se eleva más allá de la atmósfera hasta alcanzar invisibles satélites geostacionarios. Cuando este extenso contexto tecnológico parecía destinado a recaer en una relativa calma, la irrupción intempestiva y vertiginosa de Internet, sobre finales del siglo XX, generó alteraciones de una magnitud difícil de prever, promoviendo profundos cambios de alcances aún inciertos.

A diferencia de las arquitecturas jerárquicas, rígidas y locales de las redes de telecomunicaciones previas, Internet se presenta como un proceso horizontal, flexible y deslocalizado que se resiste a ser cerrado. Nuevas aplicaciones son inventadas día tras día sin que pareciera haber un límite para ellas en el corto término. Según sostiene Andrew Feenberg el original logro de esta tecnología recae en que es la primera que logra establecer por vía técnica el patrón normal de la comunicación humana, permitiendo que emerjan acciones entre grupos de individuos.<sup>2</sup> Ni el teléfono, ni la radio, ni la televisión habían posibilitado este comportamiento.

---

<sup>1</sup> Ingeniero en Electrónica (UNLP), Doctor en Epistemología e Historia de la Ciencia (UNTREF), Profesor Titular (UCA). [gustavo\\_giuliano@uca.edu.ar](mailto:gustavo_giuliano@uca.edu.ar)

<sup>2</sup> Cfr. Feenberg y Friesen, 2012.

La topología de Internet, heredera de preocupaciones de seguridad militar, ha devenido de manera paradójica en una oportunidad sin precedentes para la vida democrática, siendo portadora de una fortaleza inusual. Sin embargo, y como era de esperar, existen también amenazas que acechan su potencialidad. Esta nota propone reflexionar sobre esta novedad desde el marco teórico de la Teoría Crítica de la Tecnología, cuya distinción analítica de “código técnico” se presenta como especialmente apta para traer a la luz los valores técnicos y culturales que anidan en la red y que la transforman en arena de lucha en la que, como en toda actividad humana, se ponen en juego restricciones tanto físicas como sociales.

Investigar el “código técnico” de Internet es útil en al menos dos sentidos:

- 1) para hacer explícitos los valores, prioridades, preceptos y normas que anidan en su diseño e influyen en su uso;<sup>3</sup>
- 2) para analizar su coevolución, sus desajustes y desplazamientos respecto a los procesos sociales y técnicos acontecidos desde su aparición y rápido desarrollo.

En cuanto al primero de los puntos, es de especial relevancia estudiar los orígenes del principal vector informático que hizo posible disponer de Internet tal como hoy se la conoce: la *suite* de protocolos TCP/IP.<sup>4</sup> En telecomunicaciones, un “protocolo de red” es un conjunto de reglas y normas de sintaxis, semántica y sincronización que permiten que dos o más entidades de un sistema de comunicación dialoguen entre sí para transmitir información por medio de cualquier tipo de variación de una magnitud física.<sup>5</sup>

El protocolo TCP/IP fue el resultado del trabajo llevado a cabo a principios de la década de los años setenta en la Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados de Defensa de los Estados Unidos por los científicos Robert Kahn y Vint Cerf, quienes tenían encomendado el mejoramiento de ARPANET, la pionera red de datos norteamericana de uso gubernamental. Entre los objetivos que se plantearon desde un principio se encontraba el interés de desarrollar una arquitectura abierta de interconexión para la nueva generación de protocolos de ARPANET que permitiera la interco-

---

<sup>3</sup> O, por su confrontación, para conocer las posibilidades que han sido excluidas, los valores que no fueron priorizados en su contexto histórico-cultural de origen.

<sup>4</sup> Transmission Control Protocol / Internet Protocol.

<sup>5</sup> Por ejemplo, la variación binaria de una tensión eléctrica entre dos niveles posibles.

municación “segura y robusta” entre computadoras y redes sin importar el *hardware* o *software* que cada una empleara.<sup>6</sup> Con estos valores como guía, TCP/IP fue diseñado con las siguientes características:

- a) Pequeñas subsecciones de la red serían capaces de hablar entre sí mediante una computadora especializada que simplemente reenvía paquetes de datos (*router*).
- b) Ninguna porción de la red podría constituir un punto de ruptura (de forma que toda la red dependiese de su correcto funcionamiento), ni sería capaz de tomar el control sobre toda la red.
- c) Cada fragmento de información enviado a través de la red recibiría un número de secuencia para asegurar que fuese procesado en el orden adecuado a su llegada al destino. Este número sería también usado para detectar la pérdida de información en el tránsito.
- d) Una computadora que envíe información a otra debería saber si ésta ha sido recibida. Para ello el destinatario debería devolver un paquete especial de acuse de recibo para cada fragmento de información enviado (*acknowledgement*).<sup>7</sup>
- e) Si la información enviada se perdiera, sería retransmitida una vez que se haya superado un debido tiempo de espera.
- f) Cada segmento de información enviado a través de la red iría acompañado de un mecanismo para asegurar la ausencia de daños durante su transporte (*checksum*).

Por intermedio de la aplicación de estos principios, para el verano de 1973, Kahn y Cerf consiguieron una remodelación fundamental que permitió por primera vez que la calidad de la red dejara de ser la responsable de la fiabilidad de la comunicación, como pasaba en ARPANET. Así, con el papel que realizaban las redes en el proceso de comunicación reducido al mínimo, TCP/IP se convirtió en una posibilidad real de comunicar redes diferentes sin importar las características físicas que éstas tuvieran.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> Cfr. Flanagan *et al.*, 2000 y 2010.

<sup>7</sup> Un caso interesante de instrumentalización secundaria lo constituyen algunas aplicaciones que surgieron años más tarde, y que no fueron previstas por los creadores en su momento, conocidas como de “tiempo real”, donde una posible retransmisión ante la eventualidad de la pérdida de una porción de información carece de sentido. Un ejemplo de ello es la transmisión de señales de voz, audio o video por Internet. En estos casos el protocolo TCP usualmente es reemplazado por UDP (User Datagram Protocol).

<sup>8</sup> De hecho, existe una implementación del protocolo usando palomas mensajeras como transporte.

En 1975, se realizó la primera prueba de comunicación entre dos redes con protocolos TCP/IP entre la Universidad de Stanford y la University College de Londres. En 1977 se realizó otra prueba de comunicación con un protocolo TCP/IP entre tres redes distintas con ubicaciones en Estados Unidos, Inglaterra y Noruega. En marzo de 1982 el Departamento de Defensa de los Estados Unidos declaró al protocolo TCP/IP como el estándar para las comunicaciones entre redes militares. En 1985 un nuevo centro de administración de internet (Internet Architecture Board) organizó un taller de trabajo que promovía el uso comercial del protocolo comenzando de allí en más la vertiginosa expansión de la red a nivel global.<sup>9</sup>

Este breve relato permite ubicar algunos conceptos clave. Los valores asociados a la seguridad militar de supervivencia, fiabilidad y efectividad prevalecieron en el diseño de la red por sobre los más comerciales de simplicidad, eficiencia y costo. La instrumentación de una arquitectura abierta posibilitó que la inteligencia de la red se trasladara a la periferia, mientras permanecía el resto de la red neutral manejando todo tipo de datos de igual manera. Estas propiedades básicas fomentaron el despliegue de una red distribuida, descentralizada, con la mayor carga de proceso situada en los equipos terminales que se encuentran bajo el control de los usuarios. De este modo, el control y el poder fueron desplazados, de forma premeditada, del núcleo central tradicional característico de otras redes, hacia los individuos. Esta estructura “de extremo a extremo” habilitó la emergencia de una nueva escala de innovación que amplió la capacidad de los individuos: la Web.<sup>10</sup>

La World Wide Web, montada sobre Internet, reforzó el “código técnico” original por vía de la implementación de otro orden de protocolos, como el HTML y el HTTP,<sup>11</sup> los cuales otorgaron un control aún mayor al usuario favoreciendo la interactividad e interoperabilidad (el lector es también autor). A su vez, la posibilidad de compartir información de

---

<sup>9</sup> Cfr. Leiner *et al.*, 2013.

<sup>10</sup> La arquitectura especificada por IMS (IP Multimedia Subsystem) para las denominadas “redes de nueva generación” (NGN), asociadas a la convergencia de los servicios de telefonía y datos, suavizan este criterio volviendo una parte del control al núcleo de la red. Este hecho tiene su justificación en razones operativas referidas a la necesidad de “dar prioridad” de transmisión a algunos paquetes de información por sobre otros (p.e. los mensajes de voz que deben llegar con bajo retardo para que la comunicación no pierda fluidez).

<sup>11</sup> HyperText Markup Language e HypertText Transfer Protocol.



manera fácil, rápida y a grandes distancias inauguró un nuevo concepto de autoridad individual y colectiva.<sup>12</sup>

Con referencia al segundo sentido, esto es la utilidad del “código técnico” para analizar la coevolución, los desajustes y los desplazamientos respecto a los procesos sociales y técnicos acontecidos desde la aparición de Internet, pueden reconocerse dos grandes vertientes de fuerzas compensatorias al espíritu original de la red: una más evidente asociada a los conflictos con los valores comerciales, el intercambio de material prohibido o reñido con la moral, la falta de credibilidad de la información y la pérdida de la privacidad; y otra más solapada, quizás un lobo disfrazado con piel de cordero: la sustentabilidad energética de Internet.

La primera de ellas reclama por la emergencia de algún tipo de control administrativo centralizado, generalmente por medio del surgimiento de leyes que promuevan “la gobernabilidad de la red”, en línea con lo que ya ocurre con la gestión de las direcciones IP y los dominios Web. La historia es previsible y su derrotero político puede seguirse en los diarios.

La segunda presenta aristas inesperadas. El despliegue de Internet y los servicios asociados a la Web avanzan exponencialmente y, con ellos, también lo hace el consumo eléctrico necesario para soportar su funcionamiento: lo virtual tiene un anclaje real, bien real.<sup>13</sup> Según algunos estudios el consumo de una transmisión por Internet –sin contar con el consumo de los equipos terminales (PCs), ni las redes inalámbricas (WiFi), ni las móviles (celulares y tabletas)– es de 0,2 kWh por GB transmitido.<sup>14</sup> A modo de ejemplo, transmitir un archivo de 1 MB consumiría 0,2 Wh, el equivalente al consumo de una lamparita incandescente de 60W encendida durante 12 segundos, valor al que hay que sumarle el consumo del medio que luego se use para leerlo.<sup>15</sup>

Por otra parte, la potencia eléctrica requerida por los *data centers* distribuidos por el mundo –espacios físicos donde se almacenan los servicios de la Web (p.e. redes sociales, páginas comerciales, cuentas de correo, repo-

---

<sup>12</sup> Wikipedia, en tanto enciclopedia construida colectivamente, es un ejemplo en este sentido.

<sup>13</sup> Los estudios de los medios de comunicación tienden por lo general a desmaterializar la tecnología. Cfr. Abbate, 1999.

<sup>14</sup> Los prefijos corresponden al Sistema Internacional de Unidades. G –giga– 1.000 millones, M –mega– 1 millón, k –kilo– 1 mil.

<sup>15</sup> Cfr. Coroama *et al.*, 2013.

sitorios de documentos, etc.)— está estimado en 30 GW, el equivalente al generado por 30 plantas nucleares,<sup>16</sup> lo que representa entre el 1 % y el 2 % del total de la potencia eléctrica instalada mundial.<sup>17</sup> Un único *data center* puede alcanzar el mismo consumo que una ciudad mediana.<sup>18</sup>

Tornar “eficiente” la maquinaria de Internet se presenta como el clavo ardiente de la estrategia a futuro de la red. Como se observó, la eficiencia no fue una preocupación presente en su génesis sino todo lo contrario: la fortaleza de la red radica en su redundancia que le otorga robustez y fiabilidad. Sin embargo, el paradigma del desarrollo sostenible, de la mano de la eficiencia energética y la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, enfrenta a la red a la toma de una decisión estructural. La propuesta más firme es la implantación de una arquitectura de red conocida como “la nube”. Con ella se estima que podría lograrse una disminución del 87 % de la “huella ecológica”,<sup>19</sup> bajando el consumo en una cantidad equivalente al de la ciudad de Los Ángeles durante un año.<sup>20</sup>

En este tipo de arquitectura todo lo que puede ofrecer un sistema informático se brinda como servicio, de modo que los usuarios puedan acceder a los servicios disponibles “en la nube de Internet” sin necesidad de instalarlos en sus equipos y sin tener que disponer de los conocimientos relacionados con la gestión de los recursos que usan (actualización de versiones, herramientas, antivirus, etc.). La computación en la nube promociona el uso de servidores repartidos por todo el mundo como los encargados de atender las peticiones de los usuarios en cualquier momento y desde cualquier terminal. Esta medida reduciría el consumo al optimizar el uso de los recursos y la capacidad de los terminales de acceso (la información, tanto programas como datos, ya

---

<sup>16</sup> A modo de ejemplo, Atucha I tiene una potencia instalada de 357 MW y Atucha II dispondrá de 745 MW. La hidroeléctrica Yaciretá genera 3.200 MW y el Chocón 1.328 MW. La central termoeléctrica Costanera, la más grande de este tipo en la Argentina, dispone de 2.324 MW.

<sup>17</sup> Cfr. Masanet *et al.*, 2013.

<sup>18</sup> Según Glanz (2012), los *data centers* de Google consumían, a la fecha de su estudio, 300 MW y los de Facebook 60 MW.

<sup>19</sup> La “huella ecológica” es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana sobre los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Representa el área de tierra ecológicamente productiva necesaria tanto para generar los recursos como para asimilar los residuos producidos.

<sup>20</sup> Cfr. Cook, 2012; CEET, 2013; Masanet *et al.*, 2013.

no se guarda más en la terminal local, permitiendo que éstos sean más simples y de menor consumo).

Dado que la computación en la nube no permite a los usuarios poseer físicamente los dispositivos de almacenamiento de sus datos (con la excepción de la posibilidad de copiarlos a un dispositivo de almacenamiento externo), deja la responsabilidad del almacenamiento y su control en manos del proveedor. Por estos motivos, la computación en la nube ha sido criticada por limitar la libertad de los usuarios y hacerlos dependientes del suministrador de servicios. Así, algunos críticos como Richard Stallman, fundador de la Free Software Foundation, comparan la computación en la nube con los sistemas centralizados de los años '50 y '60, en los que los usuarios se conectaban a través de terminales gregarios con ordenadores centrales y no tenían libertad para instalar nuevas aplicaciones, necesitando la aprobación de los administradores para desempeñar determinadas tareas.<sup>21</sup> En suma, con este tipo de soluciones se estaría limitando tanto la libertad como la creatividad, principios tan caros a la idiosincrasia de Internet.

Por último, como explora Zukerfeld (2014), la infraestructura física de la red<sup>22</sup> presenta la particularidad de exhibir una concentración altísima, integrada exclusivamente por unas pocas grandes empresas, organizada de manera vertical y cuyo funcionamiento es prácticamente desconocido para el gran público. Se suele pensar a Internet como una multiplicidad horizontal, perdiéndose de vista su estratificación vertical. La idea habitual de que Internet provee un ámbito horizontal que admite la participación de una multiplicidad de actores claramente no se aplica al nivel de la infraestructura:

Mientras se celebra el hecho cierto de la expansión democratizante del extremo de la red social o de la capa de los contenidos, a la vez que se afirma la efectiva potencia de los millones de usuarios para superar determinadas instancias regulatorias, la infraestructura de Internet es propiedad de un puñado de empresas capitalistas. Tenemos una curiosa pirámide invertida, en la que la base está fuertemente concentrada y las capas superiores cuentan con una masificación mayor (Zukerfeld, 2014: 93-94).

---

<sup>21</sup> *The Guardian*, 29 de septiembre de 2008.

<sup>22</sup> La infraestructura incluye principalmente cables continentales y submarinos –de cobre y de fibra óptica– y radioenlaces de microonda terrestres y satelitales. El conjunto que conforman es denominado como *backbone*.

Esta concentración de los caminos por la que circula la información debilita fuertemente la idea inicial de los padres fundadores de la red de proveer seguridad por la vía de la proliferación de caminos alternativos de conexión<sup>23</sup>. En consecuencia, como señala Zukerfeld, la infraestructura es otro punto crítico a considerar en el momento de pensar el futuro de Internet, no sólo porque los tendidos y satélites que la constituyen no son tantos, sino ante todo porque es dominada por unos pocos proveedores privados.

Según la Teoría Crítica de la Tecnología, el “código técnico” no es un concepto estático sino que dispone de un grado de permeabilidad que le permite evolucionar conforme a las modulaciones que surgen del ambiente exterior.<sup>24</sup> El “código técnico” originario de Internet es reflejo de una racionalidad que no tenía entre sus prioridades la máxima económica que ordena alinearse tras los cánones de la búsqueda de la eficiencia óptima. Sin entrar en el debate acerca de si esta característica emanó de manera casual migrando desde un interés militar, o si, como otros suponen, es una consecuencia de la influencia del “espíritu norteamericano” de sus diseñadores y sus ideales de libertad e igualdad,<sup>25</sup> lo cierto es que la arquitectura descentralizada de manera técnica y de acceso abierto resultó en un incremento del potencial de innovación y en un aumento del sentido de empoderamiento a través del refuerzo de la capacidad de agencia y de colaboración de los individuos.

Sin embargo, tanto la preocupación por generar algún tipo de legislación que permita aumentar el grado de control por parte de los gobiernos, como la preocupación por la sustentabilidad ecológica de la red y la fuerte concentración de su infraestructura, se presentan de este modo como una controversia *–trade off–* entre valores contrapuestos a los originarios de la red. Internet se encuentra en flujo dirimiéndose entre caminos de desarrollo en pugna. En tanto que la dirección que vaya tomando estratificará por intermedio de la dinámica que sufre su “código técnico”, obturando unas posibilidades y abriendo otras, tal pugna debe ser traída a la luz para que puedan tomar parte en ella los ciudadanos de la aldea global.

---

<sup>23</sup> Por ejemplo, para la Argentina, la interconexión con el mundo depende en gran medida de pocos cables submarinos instalados en la localidad de Las Toninas.

<sup>24</sup> El grado de permeabilidad es relativo a cada tecnología en particular. Un caso extremo es el conocido como “determinismo tecnológico”, en el cual la tecnología actúa de manera autoritaria generando una “jaula de hierro” inmune a las presiones externas.

<sup>25</sup> Cfr. Flanigan, 2000: 421; Zukerfeld, 2014: 74-75.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbate, J. (1999): *Inventing the Internet*, Cambridge, MIT Press.
- CEET (2013): “The power of wireless cloud: An analysis of the energy consumption of wireless cloud”, *University of Melbourne*, Melbourne.
- Cook, G. (2012): “How clean is your cloud?”, *Greenpeace International*, Amsterdam.
- Coroama, V. et al. (2013): “The direct energy demand of internet data”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 17, N° 4.
- Feenberg, A. (1995): *Alternative modernity. The technical turn in philosophy and social theory*, Los Ángeles, University of California Press.
- (2005), “Teoría crítica de la tecnología”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Vol. 2, N° 5, pp. 109-123.
- (2012), *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*, Bernal, UNQ.
- Feenberg, A. y N. Friesen (comps.) (2012): *(Re)Inventing the Internet: Critical case studies*, Rotterdam, Sense Publishers.
- Flanagin, A., W. Farinola y M. Metzger (2000): “The technical code of internet/world wide web”, *Critical Studies in Media Communication*, Vol. 17, N° 4, pp. 409-428.
- Flanagin, A., C. Flanagin y J. Flanagin (2010): “Technical code and the social construction of internet”, *New Media & Society*, Vol. 12, N° 2, pp. 179-196.
- Glanz, J. (2012), “Connecting the world, and polluting it”, *New York Times*, Nueva York, 23 de septiembre, p. 1.
- Leiner, B. et al. (2013): “Brief history of the Internet”, *Internet Society*.
- Masanet et al. (2013): “The energy efficiency potential of cloud-based software: A U.S. Case Study”, *Lawrence Berkeley National Laboratory*, Berkeley.
- Zuckerfeld, M. (2014): “Todo lo que usted quiso saber sobre Internet pero nunca se atrevió a googlear”, *Hipertextos*, Vol. 1, N° 2, pp. 64-103.







# Hervé Kempf

## Cómo los ricos destruyen el planeta

### Buenos Aires, Capital Intelectual,

### 2011, 176 pp.

Fernando Tula Molina<sup>1</sup>

Con este libro H. Kempf busca ayudar a comprender que la crisis ecológica y la crisis social son “dos caras de un mismo desastre” (12). Su principal agente es “la oligarquía depredadora” y su doble influencia nociva: (i) Por la depredación directa de recursos (más allá de las capacidades de recuperación de los ecosistemas), y (ii) Por su atractivo cultural. En cualquier caso, más allá de las responsabilidades, el tema central es que todos enfrentamos “elecciones en términos de consumo material”, para lo que es necesario “articular la preocupación ecológica con un profundo análisis político de las actuales situaciones de dominación” (13).

En términos del filósofo H. Jonas lo que está en juego son “las condiciones de posibilidad de vida humana” (13). Ante esto es necesario unir el principio ecológico (“pensar globalmente, actuar localmente”) con el principio que se impone a partir de nuestra situación actual: “consumir menos, repartir mejor” (14). Kempf relata su entrevista con el científico inglés J. Lovelock (n. 1919), para quien la Tierra funciona como un mecanismo autorregulado (Teoría Gaia), y quien observa que “la actual tasa de extinción de especies es 100 veces superior al promedio de los tiempos geológicos... con pronóstico de que se acelere 100.000 veces” (17). En el año 2006, “de las 40.177 especies estudiadas, 16.119 se encontraban en peligro de extinción”; el Millenium Ecosystem Assesment señala que “desde 1980 se perdieron el 35 % de los manglares y el 20 % de los arrecifes de coral” (25). Y, en

---

<sup>1</sup> Doctor en Filosofía (UNLP), Investigador (CONICET), Profesor (UNQ). ftulamolina@gmail.com

cuanto al cambio climático, “el único objetivo realista es intentar reducir emisiones para limitar el calentamiento a 2 o 3 grados”, luego de lo cual “el sistema puede dispararse de modo irreversible” (21).

La contaminación también forma parte de las malas noticias. Un tercio de la superficie del globo “se ha convertido en tierra agrícola, otro tercio está en vías de transformación agrícola, urbana o de infraestructuras” (25); sólo China aumenta su urbanización “un millón de hectáreas por año”; y ello más allá de que el río Amarillo se seque todas las primaveras y “300 millones de personas beban aguas contaminadas”, y de que “la contaminación del Yang-Tse-Kiang haga peligrar la provisión de agua potable para Shangai” (32). Por su parte, en los mares “flotan 18.000 trozos de plástico por kilómetro cuadrado” y se calcula que en el centro del Pacífico flotan “3 kg de residuos por 500 gr de plancton!” (28). Un agente contaminante persistente, como el PCB, se traslada con los salmones hacia los lagos de Alaska, siendo sus cadáveres causa de la contaminación de sus lechos (28). En general, la acidificación del agua “reduce la capacidad del coral y del plancton para producir la cubierta calcárea” por lo que se tiende a la “desaparición de los organismos provistos de conchas” (34). Pero lo peor es que la contaminación también está en la leche materna (“350 tipos diferentes de agentes contaminantes detectados en Alemania en estudios sobre varios años”), y aparecen muestras pequeñas de contaminación en “todos los análisis de suero sanguíneo de los países desarrollados” (29); los químicos se absorben a través del agua, los alimentos o la atmósfera, lo cual tiene una relación directa con “el aumento regular de cánceres y el descenso de la esperanza de vida” (30).

El punto es que no se trata de crisis separadas sino que hay una “sinergia orientada hacia la degradación”, la cual es “funcional a intereses particulares” (35) que llevan a la idea de crecimiento y consumo sin fin. Sin embargo, es una ilusión, “si China e India alcanzan el nivel de consumo de Japón (un país sobrio dentro de los desarrollados), consumirían 138 millones de barriles diarios de petróleo, cuando en 2005 eran 82 millones” (36).

De este modo, la única función del ideal de desarrollo sustentable consiste en “mantener las ganancias y evitar el cambio”, un “arma semántica para deshacerse de la mala palabra ecología” (41). Efectivamente, podemos preguntarnos: ¿es necesario desarrollar aún más países como Francia, Alemania o Estados Unidos? Sea cual fuere la respuesta, lo cierto es que hay también buenas noticias como la recuperación de algunas especies, o el aumento de la agricultura biológica, “pero el curso principal está



mal orientado y no hay más tiempo [...]; enfrentamos la necesidad (no la opción) de cambiar el rumbo en los próximos 10 años” (41). Este cambio, claro está, debe hacerse a pesar de la resistencia de los poderosos, pero en la conciencia de que la solución vía crecimiento es una opción falsa, dado que “el crecimiento económico no paga el costo de la degradación del medioambiente” (43).

Ahora bien, la tesis de Kempf es que un cambio significativo requiere unir el problema ecológico con el problema social superando, de este modo, tanto el ecologismo ingenuo como la parálisis de la izquierda; sin ello no podrá revertirse la tendencia mundial hacia la pobreza, la cual aumenta incluso en los países más desarrollados: en Suiza en 2005 había 1 millón de pobres cuando en 2003 eran 850.000; Alemania tenía por debajo de la línea de pobreza al 12,1 % de la población en 1998 y al 13,5 % en 2002. En ese año Gran Bretaña tenía en 22 % de pobres, Estados Unidos 23 % y Japón 25 % (55). A nivel global, 1.000 millones de personas están en la pobreza absoluta (menos de 1 dólar diario) y otros 1.000 millones con menos de 2 dólares diarios; 1.100 millones de personas no poseen agua potable, y 2.400 millones “carecen de estructura sanitaria” (57). Por otra parte “1/3 de los habitantes urbanos del mundo (3.000 millones) vive en villas miserias” (58), con tendencia “a acentuarse y expandirse” (59).

Cuando Kempf habla de problema social se está refiriendo a la desigualdad, la cual alcanza en Estados Unidos “niveles que no se veían desde 1980”; entre 1979 y 2000 “el aumento en los hogares más pobres fue de 6,4 %, mientras que en los más ricos fue de 70 %” (61). La pobreza se acentúa en la misma medida en que la riqueza se concentra. En 1990 los directivos ya “ganaban 2,6 veces el salario medio” (diluyendo la esperanza de acercarlos) y, a nivel de países, “el ciudadano estadounidense medio era 38 veces más rico que el de Tanzania, mientras que hoy es 61 veces más rico” (64). Kempf citará a L. Chavel para acentuar la transformación que sufre la pobreza: “antes se trataba de ancianos que pronto iban a desaparecer, mientras hoy son ante todo jóvenes, llenos de futuro en la pobreza” (62).

De este modo, “pobreza y crisis ecológica van de la mano” (70); en palabras del –primer y actual– Ministro de Medioambiente chino, Zhou Shenxian: “el medioambiente se ha convertido en una cuestión social que estimula las contradicciones sociales” (67). Por ejemplo, “las hidroeléctricas favorecen a las ciudades, mientras la población rural puede perder acceso a la tierra y a la pesca” (68); y, a escala global, “los gases de efecto invernadero provienen de los países más ricos, pero sus consecuen-

cias son globales” (68). ¿Qué es posible hacer frente a esta desastrosa, compleja y conflictiva situación? La respuesta es otro punto medular de Kempf, al observar que “pobreza” no es un término absoluto sino una relación con la riqueza (66). Esto permite una vía para revertir la desigualdad en una política que tienda a disminuir los ingresos mayores, con el fin de “disminuir el ingreso medio y, de este modo, la pobreza”. Una política contra la desigualdad, por otra parte, también “buscaría fortalecer los servicios colectivos, independientemente de los ingresos individuales” (65), procurando mejorar la situación material de los pobres.

Kempf pretende ofrecer un relato no dramático pero donde los datos ilustren la gravedad de la situación. Veamos ahora los números sobre las ganancias. En la escala de ejecutivos mejor pagos tenemos que “descender hasta el número 79 para bajar del millón de euros anuales” (72); por su parte, en la década 1995-2005 “los 435 miembros de los comités directivos de las empresas de CAC 40 aumentaron el 33 % sus ingresos mientras el poder adquisitivo de los salarios fue de 1,4 %” (75). Así, las 500 personas más ricas “tienen más dinero que los 416 millones más pobres del mundo” (76); en 2005 “los 26 dirigentes mejor pagos se enriquecieron, en promedio 363 millones de dólares, 45 % más que en 2004” (77). Por su parte, los dirigentes locales “han negociado su participación en la depredación planetaria, volviendo accesibles los recursos naturales a las multinacionales” (77). Esta clase opulenta utiliza los paraísos fiscales “para sugerirles a los Estados que bajen la fiscalización sobre los ricos” (78); así fue como los empresarios alemanes “lograron que Schröder suprima el gravamen de 52 % sobre la plusvalía en la venta de participaciones” (78). Esta riqueza opulenta exige cada vez “mayor aislamiento y exigencias de seguridad” (88).

Ahora bien, ante esta situación existen todavía dos agravantes. En primer lugar los límites biosféricos frente a los cuales el poder económico se volvió ciego (tanto en lo referido a la injusticia manifiesta, como al envenenamiento de la biósfera), “limitando las oportunidades de las generaciones futuras” (90). Pero, en segundo lugar –y éste es a mi juicio un punto central del libro–, la depredación está motorizada no sólo por los megarricos, sino también por nosotros mismos en nuestros deseos de emulación. Ésta es la tesis de Thorstein Veblen (1857-1929), para quien “la economía está dominada por la propensión a la emulación, como rasgo de la naturaleza humana” (92). En una ruptura radical, tanto con el capitalismo como con el marxismo, Veblen plantea que la producción no es insuficiente y que “el régimen natural de las sociedades no es la privación” (95), no son nuestras necesidades, “sino el juego social lo que

no tiene límites” (94). De lo que se trata es de transformar “las reglas económicas en reglas de consumo” (94). El razonamiento de Veblen se puede ampliar para países, lo que “explica el querer emular al más rico de todos, Estados Unidos.” (102). De todos modos, la clase media comienza a darse cuenta “de que su sueño de ascenso social se está diluyendo... y ve abrirse la frontera hacia los pequeños empleados y obreros” (100). Bajo este diagnóstico cobra relevancia la propuesta de Bowls y Park de gravar impositivamente a los grupos de referencia de consumo; esto tendría dos ventajas: (i) Aumentar el bienestar de los menos favorecidos, (ii) Limitar la emulación en cascada (102).

La constatación en 1980 de que la desigualdad aumentaba “acabó con la idea de un vínculo inexorable entre igualdad y crecimiento (T. Piketty)” (104). Y, por lo ya señalado, el crecimiento: (i) Agrava la desigualdad, (ii) Sólo reduce la pobreza cuando ésta es insoportable y prolongada (p.e. China), (iii) Agrava la crisis ecológica. Por lo tanto, “o se muestra que tales afirmaciones son falsas o se cuestiona el crecimiento”. Y, si bien esta conclusión de la mayoría de los especialistas se acepta en voz baja “porque el crecimiento es la única excusa de la oligarquía para que no se cuestionen las desigualdades extremas” (107), Kempf aclara que cuestionar el crecimiento no implica “alcanzar un crecimiento cero”, sino “encaminarse hacia el decrecimiento material”; y esto último le parece fundamental, porque “si el crecimiento fuera inmaterial la riqueza económica podría aumentar sin degradar los ecosistemas”, pero ya sería un “mundo diferente”. Pero en este mundo tomar en cuenta la ecología “supone reducir el consumo” (108), detener el crecimiento material “para salir de la trampa mortal en la que nos encerró la clase ociosa” (108).

A continuación Kempf argumenta de modo sumamente lúcido y original sobre quiénes tendrían que decrecer. En su opinión, si bien los megarricos derrochan en exceso, “colectivamente no tienen peso”, la clase opulenta “influye un poco más, pero todavía es insuficiente”; su mirada busca números más significativos y nos conduce a considerar los 1.000 millones de habitantes de Estados Unidos, Europa y Japón, los cuales suponen el 20 % de la población mundial que “consume el 80 % de la riqueza”. Es esta faja la que debe modificar su pauta de consumo; y no únicamente “los viles de la cúpula superior” sino fundamentalmente su núcleo central: “los 500 millones de clase media mundial” (109) (donde aclara, él mismo y muchos de sus lectores estarían incluidos).

Pero no se trata sólo de conciencia y voluntad de cambio dado que, luego del desplome de la Unión Soviética, el ideal de libertad democrática dejó

de ser funcional a la oligarquía mundial. Después del 11-S decidió “des-hacerse de las democracias y las libertades públicas”. Esto se concreta en la rúbrica de la Patriot Act que extiende a todos los ciudadanos estadounidenses “los procedimientos reservados para los espías extranjeros” (grabación de comunicaciones, mail, requisas sin orden, informaciones médicas, bancarias, etc.) (114). La Unión Europea se plegó a esta regla y comenzaron a proliferar leyes antiterroristas que avalan la videovigilancia, la fotografía y seguimiento sistemático, la apertura de ficheros de comunicaciones, etc. Lo importante es “que los occidentales tengan miedo [...]”; Estados Unidos se declara una nación en guerra... lo que justifica reacomodar los derechos humanos” (119-120). Esta tendencia se manifiesta en tres grandes políticas:

- I. Cárcel para los pobres: Estados Unidos tiene 738 encarcelados cada 100.000 habitantes” (121) –más de 4 veces la cifra de 2005 y 7 veces más que Francia–. Pero la población carcelaria es dispar. Tomando en cuenta sólo la comprendida entre 25 y 29 años, el 11,9 % son afroamericanos, 3,9 % hispanos, y 1,7 % blancos. Por su parte, el miedo “hace que las clases medias y populares pidan más seguridad y acepten la reducción de las libertades públicas” (121).
- II. Criminalización de la oposición: como manifestación de la negativa a realizar referéndums sobre los temas sobre los que la población ya tiene cierta conciencia (como sobre OGM, residuos radioactivos o megaminería); y recurso al secreto de defensa para no discutir temas menos conocidos como “el efecto de los aviones con motor nuclear EPR en caso de caída” (123). La indignación se considera “vulgar, la opinión divergente se reduce a militancia, y la crítica a los poderosos es vista como anticuada” (130).
- III. Vigilancia Digital: a partir de 1990 “las cámaras de videovigilancia se multiplicaron como hongos”. El Reino Unido de Tony Blair contaba con 25 millones de cámaras en 2007, “una cámara cada 2 adultos” (125). Se desarrolló el sistema llamado Mosquito, que emite una frecuencia sólo audible por adolescentes, “para dispersarlos de los lugares de reunión” (126). Pero el *bit* es el trasponedor, etiquetas o dispositivos “de radiofrecuencia con información de identificación” (127).

Un ejemplo de esto último sería: “La chaqueta Tex 987328765, comprada el 12/11/2006 a la 17:8 en Carrefour Meyland, pagada con Visa de Gisèle Chamber en Grenoble, ha pasado por Gran-Place hoy a la 8:42, ayer a las 11:20 y el lunes pasado a las 9:05. Se la asocia con el libro *30 recetas para adelgazar en familia*, de la biblioteca del centro de la ciudad...” (127). En la actualidad los sensores pueden leer a 100 m, pero “lo mejor es que

el transponedor esté en el cuerpo de cada persona” (128). Esto va de la mano del bum en identificación biométrica y de los servicios ofrecidos por muchas telefónicas para “saber dónde están sus hijos” o para “recibir un mensaje de alerta cuando entren en una zona de vigilancia” (129).

Kempf va a finalizar señalando las dificultades que enfrenta este necesario “tránsito hacia una sociedad sobria en los próximos 10 años” (139): (i) La idea de crecimiento como única posibilidad de solución de los problemas sociales, (ii) La idea de que el progreso tecnológico resolverá los problemas y (iii) La idea de la fatalidad del desempleo. En conjunto “evitan los cambios de comportamiento colectivo” (140). Y todo esto en un interjuego de fuerzas: las autoritarias buscando aprovechar las catástrofes para mayor restricción a las libertades, las de los movimientos sociales (que resultan insuficientes si no consiguen movilizar a las clases medias y a parte de la oligarquía –la cual no es monolítica–), y los medios (dentro de los que se podría esperar una escisión con una parte informando hacia la libertad) (142).

Aun así, su optimismo se basa en que “estamos viviendo una nueva fase donde cada vez más personas tienen conciencia de que hemos alcanzado el límite y que se debe pensar en otra forma de relación entre naturaleza, espacio y futuro” (143). Esto ya ha comenzado, desde los movimientos de Seattle en 1999, y la organización progresiva del Foro Social Mundial... hacia “relaciones sociales más basadas en la cooperación que en la competencia” (143).





# Convocatoria

Número 6, 2017

**Temática del número:** Análisis y controversias en torno al Principio de Precaución

El Principio de Precaución es considerado por los movimientos ambientalistas como una herramienta clave para ejercer algún grado de control sobre el desarrollo tecnológico. Es así como se propugna desde el terreno de la política ambiental su inclusión dentro de los marcos normativos referidos al desarrollo sostenible. Sin embargo no existe una única definición ni interpretación del mismo, e incluso algunos autores llegan a afirmar su inconsistencia lógica, hecho que de ser cierto invalidaría su aplicación práctica. El próximo número de T&S propone en su estudio central trabajar el tema del Principio de Precaución desde las diversas aristas que lo componen, por lo que se invita a la comunidad académica a realizar aportes en esta dirección temática.

**Fecha de entrega de los originales:** 31 de mayo de 2017.

**Dirección de envío:** revista@cesis.com.ar

**Evaluación:** Los trabajos recibidos serán sometidos a un primer proceso de revisión en el seno del Consejo Editorial para comprobar su pertinencia con la línea académica de la revista y que se acomoden a sus normas de estilo. Los aportes enviados para la sección de artículos serán objeto de un arbitraje externo. Los resultados de la evaluación serán oportunamente comunicados al autor.





# Normas de presentación de trabajos

## GENERALIDADES

Los artículos deberán tener una extensión comprendida entre las 5.000 y las 10.000 palabras.

Se presentarán escritas en formato Word, hoja tamaño A4, márgenes de 3 cm, letra Arial Narrow tamaño 12. Los títulos y subtítulos se escribirán con el mismo tipo de letra en negrita y deberán estar numerados. Se dejará un espacio entre títulos y entre párrafos. Los párrafos de citas textuales se escribirán con sangría, en tamaño 11 y sin comillas.

Deberá disponer de dos resúmenes de entre 100 y 150 palabras cada uno, uno en español y otro en inglés.

Deberá contar con hasta 5 palabras clave, escritas en español e inglés.

Los cuadros, gráficos y mapas se incluirán en hojas separadas del texto, numerados y titulados. Los gráficos y mapas se presentarán confeccionados para su reproducción directa.

Toda aclaración con respecto al trabajo se consignará en la primera página, en nota al pie, mediante un asterisco remitido desde el título del trabajo.

Los datos personales del autor o de los autores, pertenencia institucional, áreas de trabajo, domicilio para correspondencia y correo electrónico se consignarán al final del trabajo. Se solicita también un breve CV del autor o de los autores que no exceda las 150 palabras.

Las citas al pie de página se enumerarán correlativamente.

Las obras citadas se listarán al final y se hará referencia a ellas en los lugares apropiados del texto principal de acuerdo con el Sistema Harvard (apellido del autor, año de la edi-

ción del libro o del artículo) y el número de página cuando fuese necesario. Por ejemplo (Winner, 1986: 45).

De tratarse de una colaboración de apuntes de cátedra, notas de actualidad o reseñas de libros, sólo se debe enviar el cuerpo del texto, sin resumen ni palabras clave. En el caso de reseñas, se debe aclarar expresamente el título del libro, autor, año de edición y editorial a la que se hace referencia. En cualquiera de estos casos, la extensión deberá estar comprendida entre las 1.000 y las 3.000 palabras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Se traducirá todo lo que no sea el nombre del autor y el título de la obra (London = Londres, Paris = París, New York = Nueva York, and = y).

Los datos se ordenarán de acuerdo con el Sistema Harvard:

### **Libros:**

Autor –Apellido, Inicial– (fecha): *título* (en cursivas) (si está en idioma extranjero sólo se escribirá en mayúscula la primera inicial del título, como es norma en español), lugar, editorial. Si hubiera más de un autor, los siguientes se anotan: Inicial, Apellido.

#### *Ejemplos:*

Feenberg, A. (1999): *Questioning technology*, Londres y Nueva York, Routledge.

Bijker, W.; T. Pinch y T. Hughes (comps.) (1987): *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge y Londres, The MIT Press.

### **Artículos de revistas o de publicaciones periódicas:**

Autor –Apellido, Inicial– (fecha): título (entre comillas) (si está en idioma extranjero sólo se escribirá en mayúscula la primera inicial del título, como es norma en español), *nombre de la revista o publicación* (en cursivas), volumen, (Nº), p. (o pp.).

Si hubiera más de un autor, los siguientes se anotan Inicial, Apellido.

#### *Ejemplos:*

Reising, A. M. (2009): “Tradiciones de evidencia en la investigación a escala nanométrica”, *REDES*, 15, (29), pp. 49-67.

Miralles, M. y G. Giuliano (2008): “Biónica: eficacia vs. eficiencia en la tecnología natural y artificial”, *Scientiae Studia*, 6, (3), pp. 359-369.

### Volúmenes colectivos:

Autor –Apellido, Inicial– (fecha): título (entre comillas), en Autor –Apellido, Inicial– (comp. o ed.), *título* (en cursivas), lugar, editorial, año, p. (o pp.).

Si hubiera más de un autor, los siguientes se anotan Inicial, Apellido.

#### *Ejemplos:*

White, L. (2004): “Las raíces históricas de nuestra crisis ecológica”, en Mitcham, C y R. Mackey (comps.), *Filosofía y tecnología*, Madrid, Encuentro, pp. 357-370.

Law, J. (1987): “Technology and heterogeneous engineers: the case of portuguese expansion”, en Bijker, W.; T. Pinch y T. Hughes (comps.), *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*, Cambridge y Londres, The MIT Press, pp. 111-134.

En el caso de documentos de Internet, se consignará la dirección de URL y la fecha de la consulta.

#### *Ejemplo:*

Naciones Unidas (2000): “Declaración del milenio”, <<http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/ares552.html>>, consultado el 10 de septiembre de 2010.

### COPYRIGHT

Los autores ceden sus derechos a la editorial, en forma no exclusiva, para que incorpore la versión digital de los mismos al Repositorio Institucional de la Universidad Católica Argentina, así como también a otras bases de datos que considere de relevancia académica.



