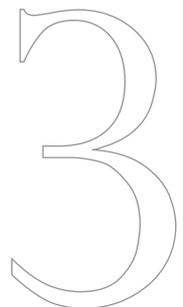


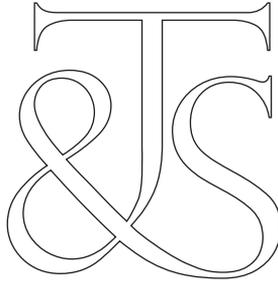


TECNOLOGÍA
& SOCIEDAD



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

Volumen 1, número 3, 2014



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



TECNOLOGÍA
& SOCIEDAD

Director

Mg. Ing. Jorge Alejandro Mohamad

Editor académico

Dr. Ing. Héctor Gustavo Giuliano

Coordinador

Mg. Ing. Martín Parselis

Secretario de redacción

Dr. Federico Vasen

Consejo editorial

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

Dr. Lucio Florio (Facultad de Teología – 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 interdisciplinaria, 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: \$ 30. 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	
Objetividad y valores en el análisis de riesgo tecnológico: una revisión de las principales posturas <i>Juan José Ortega</i>	11
Artículos	
Contribución de la economía ambiental al análisis del riesgo tecnológico <i>Emilio Picasso</i>	43
Apuntes de cátedra	
El perfil del ingeniero desde la perspectiva de la teoría crítica de la tecnología <i>Sergio Mersé</i>	65
¿Cómo influye la ingeniería industrial en la sociedad? La orientación prioritaria <i>Jorge Iván Pérez Rave</i>	81
Notas de actualidad	
El programa Concetar Igualdad: digitalización, escuela y complejidad <i>Mariano Zukerfeld</i>	91

Reseñas

Oscar Varsavsky, Estilos tecnológicos: Propuestas para la selección de tecnologías bajo racionalidad socialista <i>Leandro Ariel Giri</i>	99
Horacio C. Regini, La enseñanza de la ingeniería en el siglo XXI <i>Héctor Jorge Fasoli</i>	107
Convocatoria: <i>Tecnología y Sociedad</i> , Número 4, 2015	111
Normas de presentación de trabajos	113





Presentación

Hemos llegado al tercer número de *Tecnología y Sociedad*, hecho que nos alegra por la continuidad lograda y porque nos habilita a presentar esta publicación para que se considere su inclusión dentro del Catálogo Latindex, paso que daremos en pos de continuar jerarquizando este espacio de difusión del trabajo de alumnos, docentes e investigadores dedicados a pensar la especificidad de la tecnología y la ingeniería en la complejidad de sus prácticas y contenidos.

Este nuevo encuentro se integra alrededor de los interrogantes ligados a la posibilidad de múltiples definiciones del concepto de “objetividad” y acerca de la relación entre racionalidad científica y valores. Abriendo la problemática, en el estudio central, el alumno Juan José Ortega, de la carrera de Ingeniería Ambiental, aborda estas cuestiones desde el trabajo realizado por la prestigiosa epistemóloga norteamericana Kristin Shrader-Frechette. Apoyándose en este trabajo, presenta las posturas de los “relativistas culturales” y la de los “positivistas ingenuos”, las que dan lugar a la emergencia de tensiones y controversias que se ponen de manifiesto frente al riesgo acarreado por el despliegue de nuevas tecnologías. Profundizando los abordajes cualitativos que intentan dar cuenta de la subjetividad presente en los estudios de riesgo, el Dr. Emilio Picasso avanza presentando los aportes realizados por la disciplina de la economía ambiental. Su artículo recorre diversas propuestas metodológicas que, con distintos alcances y limitaciones, permiten ampliar los análisis clásicos de costo-beneficio incorporando la preocupación por la “proliferación del miedo” en la sociedad.

La sección de apuntes de cátedra propone dos contribuciones. En la primera de ellas, el ingeniero Sergio Mersé, nos invita, desde una perspectiva original, a pensar la formación en ingeniería desde la teoría crítica de la tecnología de Andrew Feenberg, llegando a interesantes observaciones sobre la conformación de las currículas. Continuando la indagación sobre la formación ingenieril, el Ing. Jorge Iván Pérez Rave, se pregunta acerca de cómo influye la ingeniería industrial en la sociedad, concluyendo que tal pregunta no tiene vías categóricas preestablecidas, sino que depende de la “orientación prioritaria” establecida como premisa inicial. En la nota de actualidad, el Dr. Mariano Zukerfeld nos introduce en la polémica vinculada al programa Conectar Igualdad indagando tanto sobre las complejidades asociadas a los comportamientos institucionales como a las prácticas culturales y dejando trazado un lugar para la contingencia.

Dos reseñas cierran el número. El ingeniero Leandro Giri aprovecha la reciente reedición de *Estilos tecnológicos* de Oscar Varsavsky como excusa para volver a traer al presente el pensamiento de un autor fundamental para los estudios de pensamiento latinoamericano de ciencia, tecnología y sociedad. Finalmente, el Dr. Héctor Fasoli nos propone un recorrido por uno de los últimos libros del destacado ingeniero argentino Horacio Reggini, se trata de *La enseñanza de la ingeniería en el siglo XXI*, un tema sin duda de gran actualidad.

Dr. Ing. HÉCTOR GUSTAVO GIULIANO
Editor académico





Autor desconocido. Imagen de licencia libre



Objetividad y valores en el análisis de riesgo tecnológico: una revisión de las principales posturas

Juan José Ortega¹

RESUMEN

En este trabajo se presentan los principales actores que frecuentemente se encuentran involucrados en controversias sobre riesgos tecnológicos y sus discursos distintivos. Siguiendo la clasificación propuesta por Kristin Shrader-Frechette, se contraponen los dos marcos teóricos más frecuentes sobre riesgos –positivismo y relativismo cultural–, estudiando la noción de “objetividad” y el papel otorgado a los valores en el análisis de riesgo. Al evaluar riesgos se deben tomar decisiones en condiciones de incertidumbre, y justamente en estos contextos donde el conocimiento no es completo, los valores juegan un papel importante, que enriquece al análisis. Se sostiene que (1) el análisis de riesgo hoy en día debe realizarse de una manera más democrática y abierta al control público, y a su vez más procedimental, y que (2) los evaluadores deben abandonar la postura rígida del positivismo que supone que las estimaciones de riesgo de los expertos están libres de valores, y la suposición errada del relativismo cultural de que el análisis de riesgo no es objetivo en ningún sentido. Bajo estos dos principios se presenta la postura de la autora, el procedimentalismo científico.

¹ Estudiante avanzado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería de la Universidad Católica Argentina. 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 2011 bajo la dirección del Dr. Federico Vasen. juanjoseortega89@yahoo.com.ar

PALABRAS CLAVE

Riesgo tecnológico, controversias ambientales, sostenibilidad.

I. INTRODUCCIÓN

A menudo se escuchan comentarios sobre un supuesto aumento en las tasas de cáncer, y se asume que dicho aumento iría a la par de un incremento en el uso de agroquímicos. Así, algunas personas acusan a las agroindustrias multinacionales de someter a la sociedad a riesgos por los alimentos que consumimos y el agua que bebemos, en la búsqueda de plaguicidas, herbicidas e insecticidas cada vez más potentes, y también al modificar genéticamente organismos, a fin de aumentar el rendimiento de los cultivos y obtener más ganancias. Grupos organizados como Greenpeace y Occupy Monsanto se han manifestado en todo el mundo en oposición al uso de agroquímicos y productos transgénicos. Muchas comunidades se han movilizado en cuestiones de seguridad y salud pública, en parte por la percepción de que la industria y el gobierno han fallado en la protección de la población sobre ese tipo de cuestiones. En la Argentina también varias organizaciones se han movilizado por motivos similares, como Madres de Ituzaingó, el Movimiento Campesino de Santiago del Estero y el Grupo de Reflexión Rural, por citar a algunos.

A su vez, muchas personas ponen en duda la seguridad del agua corriente debido a los contenidos de compuestos clorados y, en algunos casos, de minerales que afectarían la salud, como el arsénico. Por ejemplo, en ciudades argentinas de la provincia de Córdoba o del noroeste de la provincia de Buenos Aires, tal es el caso de General Villegas, se han realizado numerosos estudios que encontraron arsénico en el agua en niveles no aptos para el consumo humano; esto, a su vez, ha desatado una preocupación excesiva en poblaciones cercanas. Pero tales riesgos no son exclusivos de una sola parte del globo. En un comunicado de prensa de principios del 2013 la Organización Mundial de la Salud alertó a Chile, Argentina y México por contar con zonas de alto nivel de arsénico en el agua potable y en los alimentos; advirtió que una exposición prolongada es causa de cáncer y enfermedades de la piel, entre otros (Gubin, 2013).

Por otra parte, la minería a cielo abierto desata controversias en muchos lugares donde se planea realizar nuevos proyectos de explotación. En algunas ciudades donde se pretendía extraer oro se generaron conflic-

tos que involucraron a toda la población. Tal es el caso de la ciudad de Esquel en la provincia de Chubut, la sociedad se ha manifestado en contra del proyecto de las empresas mineras, y finalmente logró que no se concrete dicho proyecto. Así Zuoza (2005) planteó al principio de su libro dicha problemática: “El agua vale más que el oro... ¿Acaso alguien puede dudar?”.

¿Qué tienen en común estos ejemplos? Pareciera que todo desarrollo tecnológico conlleva productos y consecuencias no deseadas, con una posibilidad de afectar al medio ambiente y a los seres humanos. Estos riesgos son la conjunción de los eventuales daños y su probabilidad de ocurrencia. ¿Qué hay de cierto en todo esto? ¿Estos riesgos existen realmente o son una creación de grupos ambientalistas extremistas? Parecería que un sector de la sociedad rechaza las tecnologías. ¿Se debe esa aversión a una paranoia infundada del público o es generada por una tecnología gestionada de forma opresora por los grupos de poder?

Los representantes de la industria argumentan que hay una paranoia masificada y mucha ignorancia, y que los juicios desviados e irracionales de la población han demorado la implementación de muchas tecnologías, incrementando sus costos, y ahora los inversores sensatos evitan esos grupos de personas.

Por otro lado, muchos grupos ambientalistas y de consumidores creen que han desafiado con éxito a los opresores de la tecnología y se han defendido de muchos riesgos que les querían imponer sin su legítimo e informado consentimiento.

Hay muchas formas de responder a la pregunta “¿Cuáles riesgos y en qué medida son socialmente, políticamente, económicamente y éticamente aceptables en un área determinada?” Muchas evaluaciones de riesgos suelen contradecirse, no sólo porque los científicos no concuerdan en cuáles son los hechos relevantes sino también por el desacuerdo entre el público y los políticos sobre la racionalidad de las acciones frente a ellos. Algunas personas sostienen que sólo la *expertise* técnica es capaz de hacer juicios racionales sobre la aceptabilidad de un riesgo, mientras que otros afirman que los potencialmente afectados, generalmente legos, deben tener un papel importante en el análisis de riesgos.

Las controversias sobre la racionalidad de varias evaluaciones de riesgos no son más fáciles de solucionar que sus debates análogos en ciencia.

Los conflictos entre filósofos de la ciencia generan nociones alternativas sobre la explicación, esto es, sobre qué reglas metodológicas, si las hay, garantizan la racionalidad científica, así como debates sobre qué teorías son correctas. De la misma manera, los conflictos entre evaluadores de riesgos sobre qué reglas metodológicas aseguran la racionalidad en la respuesta a peligros, de existir dichas reglas, generan tanto nociones alternativas sobre la aceptabilidad de un peligro como debates sobre qué modelos y teoría de evaluación de riesgo son correctos.

La problemática ambiental y de los riesgos tecnológicos comenzó a jugar un papel importante a partir de la década de 1960 cuando se publicaron obras como *Science and survival* (Commoner, 1966) y *Silent spring* (Carson, 1960). Estos libros señalaban la creciente contaminación que venía de la mano de los adelantos tecnológicos, así como daños que se estaban realizando a la naturaleza, muchos de ellos irreversibles. A partir de ese momento las bases del desarrollo científico y tecnológico fueron puestas en duda. El deterioro de los medios ambientales se hace cada vez más patente y es en este período cuando nacen los grupos ambientalistas, que también son influenciados por el informe *Los límites del crecimiento* publicado en 1972 por el Club de Roma. Se espera entonces que el papel de la ciencia en la relación entre la sociedad y el medio ambiente cambie de modo sustancial con la crisis medioambiental. La ciencia pasaría de estar orientada al dominio y al control de la naturaleza, papel que tradicionalmente ha ocupado en la cultura occidental, a la gestión, ajuste y adaptación de la naturaleza (Funtowicz y Ravetz, 1999).

Tal importancia tomaron las problemáticas ambientales y de riesgos tecnológicos que en la década de 1980 el sociólogo alemán Ulrich Beck vio la necesidad de postular la emergencia de una “sociedad del riesgo”. En su obra se reconocen dos elementos fundamentales estrechamente relacionados: la sociedad del riesgo y la modernidad reflexiva. El argumento básico es que en el seno de la modernidad se produce un cambio donde la sociedad industrial evoluciona hacia la sociedad del riesgo, en la que la producción de riesgos y la individualización se convierten en los procesos sociales predominantes. Ocurrido esto, la modernidad entra así en un nuevo período que se caracteriza por su reflexividad, es decir, las propias instituciones sobre las que se ha asentado son cuestionadas, repensadas en esta nueva fase (Oltra, 2005).

Los riesgos deberían dejar de ser tratados como meras externalidades del desarrollo científico y tecnológico ya que “el nuevo carácter de los

actuales riesgos radica en su simultánea construcción científica y social, y además en un triple sentido: la ciencia se ha convertido en (con) causa, instrumento de definición y fuente de solución de riesgos” (Beck, 1998: 203). Por eso la ciencia es responsable de muchos riesgos que amenazan con la destrucción del planeta, a través de los desarrollos tecnológicos. Chernobyl surge como el ejemplo emblemático. Al ser la ciencia la causa, definidora y fuente de solución de los riesgos, éstos deberían ser considerados en los desarrollos tecnológicos asumiendo así una responsabilidad en la problemática ya que estos efectos secundarios de la modernidad son considerados “expresión de una segunda realidad producida y, por consiguiente, cambiante y sujeta a responsabilidades” (ibíd.: 222). Esta última característica, el ser fuente de solución, crea espacio para generar nuevos conocimientos científicos, según Beck.

Algunas personas consideran que la visión de Beck sobre el futuro de la sociedad es apocalíptica, ya que en su obra menciona que el proceso modernizador tiene la semilla de su propia autodestrucción, pues “la sociedad del riesgo es una sociedad catastrófica” (ibíd.: 30). Es el hombre quien ha generado los riesgos con el uso de la técnica y ciencias modernas y el crecimiento económico. Por esta razón, la sociedad del riesgo se distingue de otras etapas históricas por ser el desarrollo de sus mismas instituciones las que ponen en peligro su continuidad.

Sin embargo, en opinión de Vara (2012) el futuro no es tan desolador, citando las publicaciones recientes de Beck, explica que la sociedad del riesgo supone un estado de deliberación constante, dado que la dinámica de la sociedad del riesgo “no consiste tanto en asumir que en el futuro tendremos que vivir en un mundo lleno de riesgos inexistentes hasta hoy, como en asumir que tendremos que vivir en un mundo que deberá decidir su futuro en unas condiciones de inseguridad que él mismo habrá producido y fabricado”.

Además del acercamiento a la temática del riesgo por parte del sociólogo Ulrich Beck, se han desarrollado visiones desde múltiples disciplinas. Desde la economía y las ciencias naturales se han propuesto distintos mecanismos para la evaluación de los riesgos potenciales. Entre ellos, puede destacarse el análisis de riesgo-costo-beneficio, propuesto por autores como Cass Sunstein (2006). Por otra parte, desde la filosofía de la ciencia y la tecnología, en los últimos años se ha comenzado a estudiar el papel de los valores epistémicos y no epistémicos en la aceptación y rechazo de hipótesis científicas. Esto se vuelve especialmente importante

cuando se trata de afirmaciones relativas a la toxicidad de una sustancia sujeta a control regulatorio, como los medicamentos, los productos de uso doméstico, los aditivos alimenticios o los agroquímicos. En este sentido, los trabajos de autoras como Kristin Shrader-Frechette (1991) o Heather Douglas (1983) permiten identificar el papel que los valores no epistémicos (sociales, políticos, ambientales) juegan en las decisiones científicas que sustentan medidas regulatorias de política pública. Las experiencias ligadas a estas discusiones abren interrogantes ligados a la posibilidad de múltiples definiciones del concepto de “objetividad” y acerca de la relación entre racionalidad científica y valores.

En el presente artículo se analizará el papel de los valores en el análisis de riesgo tecnológico. Al evaluar riesgos tecnológicos se deben tomar decisiones en condiciones de incertidumbre, y justamente en estos contextos donde el conocimiento no es completo, los valores juegan un papel importante, que enriquece al análisis. Primero, se describirán los grupos y discursos característicos de aquellos que sostienen las principales posturas en la materia. En segundo término, se reseñarán, siguiendo la clasificación de Shrader-Frechette,² los principales dos enfoques sobre la materia, analizando sus metodologías, argumentos y el rol otorgado a los valores. A continuación se presenta las críticas a estas posturas y la propuesta de Shrader-Frechette: el procedimentalismo científico. Se discuten finalmente las implicancias de esta última postura para el análisis de riesgo. Por último se señalarán las mejoras al análisis de riesgo presentadas por Kristin Shrader-Frechette. Cabe destacar que el trabajo de esta autora constituyó el eje de la presente investigación.

2. AMBIENTALISTAS, EXPERTOS Y LEGOS: LOS ACTORES CENTRALES EN LAS CONTROVERSIAS SOBRE RIESGO AMBIENTAL

Cuando ocurre una controversia tecnológica en torno a los riesgos de alguna tecnología, es fácil identificar dos grupos enfrentados: por un lado, los legos que serán potencialmente afectados, que suelen organizarse en grupos ambientalistas locales o actuar con la ayuda de ONGs internacio-

² Kristin Shrader-Frechette es actualmente profesora del Departamento de Ciencias Biológicas y del Departamento de Filosofía de la Universidad de Notre Dame y es autora de los libros *Risk and rationality*, *Burying Uncertainty: Risk and the Case Against Geological Disposal of Nuclear Waste, Technology and human value*, entre otros. Además, ha participado de consejos asesores de la OMS, EPA y otros organismos internacionales.

nales, y por el otro, expertos y representantes de la industria. A continuación se analizarán los rasgos más típicos del discurso tanto de los defensores de la industria como de los grupos ambientalistas en Latinoamérica.

Shrader-Frechette señala que numerosos representantes de la industria, ingenieros, evaluadores de riesgo y científicos sociales y naturales han atacado las evaluaciones de riesgo del público usando al menos cinco argumentos básicos, con fundamentos vagos y cuestionables. (1) Los legos son anti-industria, anti-gobierno y están obsesionados con las impurezas medioambientales. (2) Los legos están alejados de los centros de poder e influencia, y por lo tanto atacan los riesgos elegidos por quienes están en el “centro”. (3) Los legos tienen aversión a los riesgos sin razón porque le tienen miedo a cosas que son improbables, y no quieren aprender de sus errores. (4) Los legos tienen una aversión irracional a los riesgos porque no se dan cuenta de que la vida se está volviendo más segura. (5) Los legos tienen expectativas irreales sobre seguridad y hacen peticiones excesivas al mercado y a las jerarquías de poder.

En primer lugar, con frecuencia se observa una oposición a la instalación de nuevas industrias o de facilidades, como rellenos sanitarios, por lo que aunque la contaminación generada por las industrias sea tratada y controlada según las regulaciones vigentes, aún así persiste un rechazo por parte del público. Muchas veces la oposición es hacia una tecnología en particular donde sus riesgos son construidos socialmente como muy altos, y la oposición lleva un tono de una disputa de localización o NIMBY (*not in my backyard*), este término es usado despectivamente. Parecería que los legos piensan en la contaminación como una cuestión de todo o nada, y ante la existencia de algún tipo de polución, por baja y controlada que pueda ser, hay una necesidad de culpar a alguien y la industria es el primer acusado, siguiendo por el gobierno que a menudo se lo acusa de complicidad y de obtener ganancias con dichos emprendimientos. También se ha hecho dicha acusación a la industria porque a menudo se relaciona el cáncer con las ganancias, como lo ha hecho Ralph Nader con su expresión “cáncer corporativo” (citado en Shrader-Frechette, 1991: 17).

Pero este primer argumento ignora algunos puntos. Muchos de los reclamos de los ambientalistas no son por ser anti-industria sino porque verían amenazado su “derecho a saber” al imponerles riesgos. Muchas veces lo que desata manifestaciones es porque el público considera que se violó dicho derecho y los desarrollos tecnológicos se llevan a cabo sin

el legítimo e informado consentimiento de la sociedad. Lejos de ser anti-gobierno, muchos legos usan a éste para alcanzar sus metas, al formalizar sus quejas y reclamos, o exhortar a determinadas autoridades a intervenir a su favor. También dicho argumento ignora los deseos humanos de supervivencia. Después de desastres como Bhopal, Love Canal, Three Mile Island, Chernobyl y muchos derrames de petróleo como el del golfo de México de 2010, no necesariamente hay que ser anti-industria para tener aversión a los riesgos de ciertas tecnologías.

Por su parte, al decir que como los legos están alejados de los centros de poder e influencia, ataca los riesgos elegidos por quienes están en el “centro”, se reducen todas las causas de la aversión a estructuras sociales, y este reduccionismo es difícil de sostener. Hay muchos otros puntos a considerar en el momento de aceptar o no un riesgo. Las creencias éticas influyen mucho en dichas cuestiones: las elecciones de riesgos son multifacéticas y están determinadas en gran parte por la filosofía y la psicología personales (Shrader-Frechette citando a Fischhoff *et al.*, 1991: 20). Por lo que el reduccionismo sociológico es sospechoso, quienes se oponen a algún riesgo no lo hacen por el sólo hecho de pertenecer a un grupo social alejado del poder.

Sobre si las condiciones de vida han mejorado en las últimas décadas, Shrader-Frechette (1991: 22) nos dice que muchos escritores del riesgo señalan que si bien ha aumentado la contaminación, las tasas de cáncer no se han incrementado, y también hacen notar que muchas sustancias consideradas cancerígenas, como el cromo, son vitales para el crecimiento. Hay mucha evidencia que sugiere que la vida es más segura y que la expectativa de vida ha aumentado, por lo que la aversión al riesgo puede deberse a un sesgo sectario de la gente y no al incremento de peligros reales. Sin embargo, algunas personas no aceptan la distribución de los riesgos, esto es, ¿para quiénes la vida es más segura? ¿Y en qué aspectos? Asimismo, incluso si nuestras vidas son más seguras y longevas, personas racionales pueden no aceptar un peligro ambiental si creen que cargar con el riesgo, aunque pequeño, no vale la pena a pesar de los beneficios. Algunos escritores se equivocan al presuponer que la magnitud del riesgo es la única explicación para la aversión a él.

Por su parte, el discurso ambientalista también tiene elementos distintivos. Uno de ellos es el principio de precaución, el cual lo utilizan para fundamentar sus pedidos. En pocas palabras, el “principio de precaución” es un concepto que respalda la adopción de medidas protectoras

antes de contar con una prueba científica completa de un riesgo; es decir, no se debe posponer una medida por el simple hecho de que no se disponga de una información científica completa (UNESCO, 2005).

En los últimos años, muchas veces la gente ha solicitado la detención de desarrollos tecnológicos, pidiendo la aplicación del principio de precaución. Se puede citar como ejemplo el caso de Celulosa Valdivia, una planta de celulosa de la ciudad chilena de Valdivia. La planta comenzó a operar en febrero de 2004 y luego de tan solo cuatro meses se advirtieron impactos en un área protegida situada río abajo de la planta, el Santuario de la Naturaleza del río Cuatro Cruces, con reducción de una planta acuática, el luchecillo, que da alimento a la población de cisnes de cuello negro, una especie migratoria que tenía allí el área de reproducción más importante de América del Sur. Los problemas de contaminación también quedaron reflejados en los informes de monitoreo sobre la calidad de las aguas entregados por la planta a las autoridades chilenas. El efecto fue inmediato y devastador: según un censo realizado en marzo de 2005, los 6000 cisnes que habitaban en el Santuario en 2004 se redujeron a 160. Tales impactos desencadenaron una protesta social: se creó la organización “Acción por los cisnes” que se concentró en recolectar pruebas de la magnitud del problema y pedía la aplicación del principio de precaución. Si bien las autoridades respondieron mediante el cierre temporal de la planta, la respuesta fue considerada insuficiente, ya que muchos de los daños al Santuario resultaron ser irreversibles. Esta controversia puso en duda la capacidad de las autoridades ambientales para controlar a las empresas y también puso al descubierto la ineficiencia de los canales institucionales para responder a las demandas ciudadanas (Vara, 2012).

En el discurso ambientalista también se puede identificar un “relato de supervivencia” que habla de los recursos naturales como finitos y limitados, por lo tanto, deben de protegerse y su uso estar controlado. Este discurso se contrapone al “relato prometeico” que postula que siempre se podrán encontrar nuevas fuentes de recursos naturales. En este sentido, los grupos ambientalistas acusan a las empresas de que en su afán por conseguir más ganancias se abusan de los recursos naturales ocasionando daños al medio ambiente y a la vida que pueden resultar irreversibles. Tal es el caso del problema de la desertificación en el mundo. En muchos lugares se han sembrado intensamente oleaginosas, dejando al suelo sin algunos nutrientes y minerales necesarios para su normal desarrollo, con lo que dichas zonas han quedado inutilizadas para la agricultura.

A su vez, en países que fueron colonias de los países centrales en algún momento de su historia, al discurso tradicional ambientalista se le suman elementos que se asocian a un contradiscurso neocolonial de los recursos naturales. Vara (2009; 2012) analiza en detalle este discurso en Latinoamérica. Se trata de un discurso anti-hegemónico, en la medida en que critica a los gobiernos nacionales; anti-imperialista, en tanto denuncia la intervención de empresas o estados extranjeros; y ambiental, ya que se refiere a cuestiones ambientales, vinculadas al modelo colonial de explotación. Entonces se ve a las empresas multinacionales con un apetito insaciable de recursos naturales, y en su intento de saciarla se instalan en países en desarrollo ricos en dichos recursos. En este marco, se refiere a las actividades de esas empresas como “saqueo”, “explotación” y “robo”, y al mismo tiempo se acusa a las autoridades locales de complicidad, de “vender” y “entregar” los recursos naturales locales. En el caso de la planta de celulosa Botnia en Fray Bentos, Uruguay, situada en la ribera del río Uruguay frente a la ciudad argentina de Gualeguaychú, los grupos ambientalistas de este país usaban con este sentido la siguiente frase del prócer uruguayo José de Artigas “No venderé el rico patrimonio de los uruguayos al precio vil de la necesidad”; y tanto en Gualeguaychú como en Fray Bentos se veían banderas que decían “*Botnia, go home*”. Este discurso pone la carga sobre los países centrales, ya que les atribuye una necesidad desmedida en las materias primas provenientes de los latinoamericanos, mientras que la carga del relato de supervivencia recae en todos por igual.

3. TRES VISIONES SOBRE EL ANÁLISIS DE RIESGO

El objetivo de la presente sección es plantear los enfoques conceptuales más importantes a partir de los cuales se realiza el análisis de riesgo. Cabe señalar que no será un análisis de las metodologías concretas específicas (como el Análisis de Costo-Beneficio) sino más bien de los supuestos epistemológicos que puede haber tras ellas. Pero antes de plantear este punto conviene además describir brevemente cómo es el trabajo tradicional con riesgos. El gobierno, los científicos y representantes de la industria hacen análisis de riesgos en tres grandes etapas:

- (1) Identificación de algunos riesgos en la sociedad;
- (2) Estimación del nivel y alcance de los riesgos identificados;
- (3) Evaluación de la aceptabilidad del riesgo, en relación con otros riesgos.

Estos primeros tres pasos se conocen como análisis de riesgo, y a menudo es realizado por científicos e ingenieros; a los dos primeros se los suele considerar neutrales, objetivos y libre de valores. Una vez concluidas las tres primeras etapas, tiene lugar la gestión de los riesgos, donde los políticos optan por el mejor camino a seguir con respecto a ese riesgo, sea a través de regulaciones, prohibición o impuestos.³

En cuanto a las posturas que serán analizadas son fundamentalmente tres. En primer término, la postura sostenida por los relativistas culturales. En franca oposición a este grupo, se plantea la postura del positivismo. A continuación se plantearán las críticas de Shrader-Frechette a ambas posturas y finalmente se describirá la postura propia de la autora, y se mencionarán algunas implicancias concretas que se siguen de su posición.

3.1. Relativismo cultural

Una de las posturas más extremas que se puede encontrar en los debates es el relativismo cultural. Los relativistas reconocen que las estimaciones de riesgo no son enteramente objetivas (esto es, libre de valores) y critican a los evaluadores en sus reiteradas declaraciones de que las estimaciones de los riesgos que hacen los legos son meras “percepciones” mientras que los análisis de expertos son “objetivos”. El riesgo es un asunto que nos incumbe a todos por igual y nadie tiene acceso privilegiado a la verdad sobre la aceptabilidad de un riesgo sólo por su profesión, sea ingeniero, toxicólogo, ama de casa, abogado o productor agropecuario.

En sus consideraciones, se entiende la “objetividad” como el hecho de estar libres de valores. Como reconocen que esto es imposible ya que toda la actividad científica está impregnada de valores,⁴ concluyen que todas las visiones son subjetivas e igualmente válidas. Las evaluaciones sobre la aceptabilidad de un riesgo se hacen en condiciones de incer-

³ A esta visión tradicional del trabajo con riesgos se le critican muchos aspectos, por ejemplo, si existe una separación tan tajante entre el análisis de riesgos y la gestión de riesgos, y un supuesto flujo unidireccional de la información de la primera a la segunda etapa, o sobre los actores de cada una de ellas y el papel de los legos, o también si la primera etapa es realmente neutral, objetiva y libre de valores, como muchos autores señalan. Este punto será desarrollado más adelante.

⁴ La cuestión sobre la presencia de valores en la actividad científica y desarrollos tecnológicos será analizada más adelante.

tidumbre, y bajo estas condiciones deben primar los juicios de valores como factores decisivos.

Según estos pensadores, el riesgo es una construcción social ya que nuestra percepción de los riesgos y cómo respondemos a ellos depende del sector de la sociedad al que pertenecemos. De esta forma, el riesgo se convierte en un asunto subjetivo y cualquier actitud frente a riesgos puede ser justificada y, por lo tanto, nadie tiene derecho a decir que una visión es mejor o peor que otra.

Los relativistas culturales basan su postura en los cinco argumentos que se presentan a continuación:

- (1) Tener más conocimientos no hace a las personas más racionales sobre los riesgos;
- (2) Los juicios sobre riesgos son subjetivos como juicios en estética, donde no hay razonamientos, simplemente son cuestiones de gustos y preferencias;
- (3) Toda actitud o comportamiento frente a riesgos puede ser justificada, ya que todas las personas tienen percepciones sesgadas sobre peligros;
- (4) Cada persona tiene determinadas sus percepciones y respuestas a los riesgos de acuerdo al grupo social al que pertenece, tanto hoy día como en tiempos pasados;
- (5) La visión sobre riesgos de los ambientalistas responde a su dinámica como grupo sectario.

En relación con el primer punto, estos pensadores argumentan que como todos los métodos están sesgados y son parciales, contar con más datos no disminuye la incertidumbre y a su vez, realizar más investigaciones produce también más ignorancia ya que surgen nuevas dudas. Por eso es que al elegir entre riesgos los valores subjetivos deben tener prioridad y realizarse la evaluación de riesgos de acuerdo a la ideología personal.

Los relativistas culturales enfatizan la ideología personal en el momento de la toma de decisiones. Cuando afirman que los juicios sobre riesgos son subjetivos como juicios en estética, hacen referencia a que la percepción pública y los niveles de aceptabilidad de un riesgo dado se construyen colectivamente, como el lenguaje y los juicios de belleza, lo correcto y la verdad. Estas percepciones dependen de las categorías culturales junto

con las que son creadas para defenderlas, no hay razonamientos con los gustos y preferencias (Douglas y Wildavsky, 1983).

Los relativistas del riesgo creen que como todas las personas tienen algún sesgo y porque “Todas las formas de vida [incluso actitudes contra riesgos] pueden ser justificadas”, no hay evaluaciones de riesgos que sean objetivas. Cada persona tendrá entonces una forma de pensar los riesgos y nadie podría decir que una es mejor que la otra. “El centro tiene una visión sobre el riesgo, los extremistas tienen otra. ¿Acaso hay algún juicio posible entre sus visiones? Cualquier forma de vida puede ser justificada... Nadie puede decir que una es mejor o peor” (Douglas y Wildavsky, 1983: 187-188).

Esta característica de que la forma de percibir y reaccionar ante los riesgos depende del grupo social al que la gente pertenece es algo que los relativistas culturales sostienen que ha existido desde siempre. Por ejemplo, la aversión a riesgos ambientales de hoy día culpando a la industria es como el miedo a la contaminación de culturas primitivas, donde individuos sin poder culpaban a personas e instituciones poderosas por las impurezas. Como cuando los habitantes de la provincia de Transvaal en Sudáfrica le tenían miedo a las sequías y creían que la ira de su reina las causaba. Así, los grupos ambientalistas se involucrarían en una especie de persecución contra científicos, políticos y representantes del sector industrial.

El quinto argumento sostiene que la visión de los ambientalistas sobre los riesgos responde a su dinámica como grupo sectario. Si se le atribuyen características intrínsecas a los grupos sectarios, podrá explicarse así el accionar de estos grupos. Los relativistas caracterizan a los grupos sectarios como pesimistas, igualitarios, anti-institucionales, propensos a creer teorías de conspiraciones, y ansiosos de encontrar impurezas y enemigos que condenar. Por lo que dichos autores declaran que estas características inducidas de los grupos sectarios explican por qué los ambientalistas critican la contaminación industrial.

3.2. Positivismo ingenuo

Del otro lado del debate sobre riesgos se puede ubicar la postura positivista, a la que Shrader-Frechette se refiere como “positivismo ingenuo”. Dicha postura fue la dominante durante mucho tiempo. Los positivistas

ingenuos adoptan lo que sería un “principio de completa neutralidad” ya que creen que las estimaciones de riesgos pueden excluir todo tipo de valores y componentes éticos. Esta creencia se basa en varias suposiciones, por ejemplo, que el riesgo es algo que está dado en la realidad y podría medirse objetivamente. Se separan así todos los valores y percepciones en la definición del riesgo.

Entonces, la identificación y caracterización de peligros se realizarían objetivamente y con neutralidad valorativa. Según estos pensadores, esto se lograría aplicando criterios matemáticos neutrales para elegir entre las teorías y los modelos. Los positivistas ingenuos y algunos evaluadores de riesgo, siguiendo a Hempel, creen que los juicios de valor no tienen lugar en ciencia o estimaciones de riesgo ya que no se pueden comprobar empíricamente. Por lo que el análisis de riesgo se lo considera objetivo y neutral, luego en el campo de la gestión de riesgos, los legisladores hacen juicios de valores incorporando componentes subjetivos.

Tal principio de neutralidad ha sido representado en muchas declaraciones y por académicos y asesores de riesgo. Por ejemplo, la Oficina de Asesoramiento Tecnológico de los Estados Unidos declara que las evaluaciones deben estar “libres de sesgos ideológicos” y deben ser “objetivas”. Algunos académicos han incluso señalado que personas con distintos puntos de vista deben llegar a las mismas conclusiones en sus juicios sobre riesgos (Shrader-Frechette citando a Carpenter, 1991: 39). Este principio de completa neutralidad persigue fines muy nobles y es un esfuerzo muy importante para mantener tanto a la ciencia como a la legislación, empíricamente relevantes e imparciales.

La estadística se convierte en un elemento fundamental al considerar riesgos y un elemento clave para evaluarlos. Muchos representantes de la industria entran en este marco y en su discurso pro-expertos con frecuencia desvalorizan los juicios sobre riesgos de los legos, pues señalan que si la gente común entendiese más sobre estadística no estarían tan preocupados por los riesgos de determinadas tecnologías. Una de las metodologías más utilizadas, que se condice con este enfoque positivista que le da un lugar muy importante al análisis estadístico, es el análisis de costo-beneficio.

Sunstein propone entonces al análisis de riesgo-costo-beneficio (ARCB) como la forma más adecuada para dar una respuesta sólida frente a la

“confusión” que generan las posturas interesadas de los distintos grupos, que buscan influir desde lo emotivo y no desde datos racionales. El ARCB se constituye entonces como “una medida correctiva frente al poder de los grupos de interés, ya que puede funcionar como una suerte de freno tecnocrático respecto de medidas que harían poco bien o que incluso producirían un daño neto (y también medidas que hacen mucho menos bien que el que deberían)” (Sunstein, 2006: 62). Con un buen ARCB no se desarrollarían políticas infundadas o que se basen en preocupaciones irracionales, así aparece como una herramienta para evitar inconvenientes comunes al estudiar riesgos y lograr un buen manejo de los riesgos tecnológicos. En palabras de Sunstein (2006: 83): “el análisis de costo-beneficio puede funcionar, no como una regla para tomar decisiones, sino como una herramienta útil que ayude a corregir los diversos riesgos a los cuales todos estamos expuestos”. Por lo que una presentación de los costos y beneficios, tanto cualitativa como cuantitativa, puede revertir la ignorancia pública y traer a la vista de todos, los costos, beneficios y riesgos implicados en una dada actividad. Si después de eso el público quiere seguir adelante, no hay nada que sugiera que no deba hacerse tal cosa.

Según Sunstein, muchas aversiones y miedos a riesgos desaparecerían si los legos entendiesen más de estadísticas. Su discurso es pro-expertos y declara que cuando hay alguna controversia, la gente común es la que probablemente esté equivocada, en parte porque usan atajos mentales y no conocen íntegramente los hechos detrás de los riesgos. Por lo que sería responsabilidad de los expertos corregir la mal información que maneja la sociedad. Relacionado con esto plantea un debate entre dos modelos: el tecnocrático y el populista. Mientras los primeros “insisten en que los hechos constituyen a menudo la cuestión clave y en que, cuando es así, el gobierno debería seguir los hechos y no las creencias del público”, los segundos afirman que “la misma caracterización de los riesgos no implica un simple ‘hecho’ sino una cantidad de juicios normativos [...], es decir, las intuiciones comunes poseen fuerza normativa y merecen ser tenidas en cuenta en la arena democrática” (Sunstein, 2006: 88-89). La crítica de Sunstein al segundo enfoque es directa: “Creo que este difundido enfoque es demasiado simple. Cuando hay desacuerdo, los expertos por lo general tienen razón y la gente común por lo general está equivocada. [...] Me propongo mostrar que la gente común no posee una racionalidad más rica y por qué los expertos más probablemente tengan razón”. Si bien en varias partes de su texto intenta mostrar que su postura

y un ARCB ayudaría a la democracia, su postura es completamente pro-expertos a tal punto que un título de una sección del libro dice “Celebrar a los tecnócratas e ir más allá” (2006: 391).

Entonces según la postura del autor, el riesgo es algo objetivo que está ahí dado, es una propiedad objetiva que puede cuantificarse, y la ciencia es la vía óptima para acceder a la realidad natural y social. En su obra *Riesgo y razón* explica por qué los legos se alejan de esa realidad que la ciencia tiene para ofrecerles y plantea la necesidad de una tutela experta. Esta postura es polémica justamente por ese realismo ingenuo que considera al riesgo una propiedad objetiva, expresable en términos monetarios.

La visión de Sunstein es una postura positivista ya que plantea al riesgo como una propiedad objetiva, que puede ser cuantificada; y que la ciencia es la mejor vía de conocimiento del riesgo. El ARCB debe ser realizado por expertos para salvar la racionalidad en las decisiones políticas. Cuando surgen controversias sobre los riesgos de alguna tecnología son los legos quienes están equivocados por problemas de cognición, como atajos mentales e influjos sociales; los expertos deberán corregir esa visión y ser tutores de la verdadera percepción de los riesgos.

3.3. Críticas al positivismo y al relativismo cultural

La postura positivista y la relativista le otorgan a los valores distinta importancia. La cuestión de los valores es algo central en el análisis de riesgo, ya que se deben tomar decisiones en condiciones de incertidumbre y por lo tanto, los valores⁵ juegan un rol importante enriqueciendo el análisis, pero si se le da una importancia inadecuada puede llevarnos a conclusiones incorrectas. Como señala Shrader-Frechette, ambas posturas son reduccionistas: los positivistas ingenuos reducen el análisis de riesgo al decir que éste es un dato empírico que puede ser medido objetivamente, subestimando el papel de los valores; los relativistas culturales reducen

⁵ Nos referimos a “valores” de forma genérica, sin distinguir –como se suele hacer– entre valores epistémicos (relativos al conocimiento, por ej., fecundidad, precisión, simplicidad, etc.) y no epistémicos (sociales, políticos, económicos), en la medida en que la visión positivista más estrecha niega incluso la presencia de los valores epistémicos, y reduce toda la evaluación de la evidencia empírica a cuestiones de hecho.

el análisis de riesgo a construcciones sociológicas, sobreestimando el rol de los valores. A continuación pasaremos revista a las críticas de las dos posturas, comenzando por el relativismo cultural.

Cuando los relativistas culturales argumentan que tener más conocimientos no hace a las personas más racionales sobre los riesgos, Shrader-Frechette responde que dicho argumento se basa en la suposición de que siempre hay cosas que desconocemos y que cualquier aporte, mejor medición o más datos, no es valorable. Éste es un argumento del tipo “todo o nada” que supone que existe la perfección en una cosa dada y todo acercamiento es subjetivo o ideológico. Esto es, porque no puedo conocer todo acerca de una tecnología y sus riesgos, todo juicio que haga al respecto es subjetivo. Esta suposición está equivocada por muchas razones, por ejemplo, el valor de muchas actividades residen cómo se realiza dicha actividad más que en sus resultados. Además, podemos hacer juicios sobre si ciertos acercamientos a un tema son mejores o peores sin necesidad del ejemplo perfecto. Esto ocurre cuando se usa una tecnología que no se conoce en profundidad y luego, estudios hacen pequeños aportes sobre su peligrosidad y riesgos que modifican sus aplicaciones. Por ejemplo, en la década de 1950 en los Estados Unidos se ignoraban los peligros de las radiaciones ionizantes y los empleados en negocios de zapatos sacaban radiografías al pie del cliente con cada zapato que se probaba para ver que calzase bien. Décadas después se hicieron aportes científicos sobre los riesgos de las radiaciones ionizantes y esos conocimientos eliminaron los primeros usos en tiendas de calzado.

Otro argumento de los relativistas sostiene que los juicios sobre riesgos son subjetivos como juicios en estética, donde no hay razonamientos, simplemente son cuestiones de gustos y preferencias. A este respecto, Shrader-Frechette responde que también es un argumento del tipo “todo o nada”. Presupone que como nuestras evaluaciones de peligros están cargadas de valores, no hay razonamiento en ellas y son meras construcciones sociales. Incluso si algo es una construcción social aún podemos razonar con ello. Además, una vez que “socialmente construimos” promesas y contratos, no es sólo una cuestión de estética, nuestro construir las hace reales y vinculantes con estadísticas, leyes morales, derechos civiles, etc. Si los riesgos fueran construcciones sociales de derechos civiles, esa construcción los vuelve reales y obligatorios, precisamente porque también son derechos civiles.

También se puede argumentar que la analogía entre los juicios de riesgo y juicios de estética es limitada ya que por ejemplo, los juicios sobre la belleza rara vez tienen consecuencias de vida o muerte, mientras que una mala decisión sobre un riesgo tecnológico podría causar la muerte de mucha gente.

Sobre el argumento del relativismo que afirma que toda actitud o comportamiento frente a riesgos puede ser justificada, ya que todas las personas tienen percepciones sesgadas sobre peligros, Shrader-Frechette (1991: 34) también es crítica. Señala que este argumento falla por muchas razones, por ejemplo, ignora el hecho de que las evaluaciones de riesgo pueden mantenerse más o menos vinculadas a leyes morales, derechos civiles, o estar en mayor o menor concordancia con frecuencias de accidentes o juicios científicos demostrados, por lo que no se podrían justificar medidas regulatorias que considera correctas. Por ejemplo, cuando el Programa Nacional de Toxicología de los Estados Unidos encontró que el DEHP, un plastificante usado en policloruro de vinilo, generaba cáncer de hígado en roedores, estos hallazgos permitieron a las autoridades argumentar correctamente que no todas las evaluaciones de riesgo del DEHP podían ser justificadas. Como consecuencia, los productores de catéteres plásticos, juguetes de PVC y chupetes ya no podían justificar la utilización de DEHP en un 40% de su composición.

Y más importante aún, si los relativistas culturales tienen razón de que todas las evaluaciones de riesgo son igualmente válidas, algunas personas podrían de mala fe aprovecharse de esto, evitando el costo de los controles de contaminación con el argumento de que sus propias evaluaciones de los riesgos son tan correctas como cualquier otra evaluación. El relativismo cultural es peligroso en este sentido porque permitiría justificar todos los tipos de acciones, incluso aquellas que violasen derechos básicos del ser humano.

Cabe señalar también que el relativismo cultural tiene un sesgo pro-industria que mantiene el *statu quo*. Algunos relativistas culturales como Mary Douglas y Aaron Wildavsky son inconsistentes, ya que al mismo tiempo afirman que no hay ninguna actitud que sea la correcta frente a los riesgos y también que los ambientalistas tienen problemas sectarios y, que ellos tienen un “sesgo hacia el centro”. Si no hay visión correcta sobre los riesgos y cualquier posición puede ser justificada, tener una inclinación hacia el centro no parece razonable ni consistente. Apenas dos páginas

después de afirmar la tesis del relativismo, afirman que no hay nada relativista en eso, sólo están describiendo imparcialmente las consecuencias deducibles de preferir una ideología sobre la otra (Douglas y Wildavsky, 1983: 187). Así ante una controversia o debate, las evaluaciones de los legos son desvalorizadas manteniendo la situación actual.

En segundo término, los argumentos del positivismo ingenuo también son puestos en duda. Como se mencionó, la adopción por parte de los positivistas de un principio de completa neutralidad persigue fines muy nobles y es un esfuerzo muy importante para mantener tanto a la ciencia como a la legislación, empíricamente relevantes e imparciales. Sin embargo, tal principio puede ser cuestionado. Sin lugar a dudas estaría equivocado si la hipótesis de que la ciencia y el análisis de riesgo están libres de valores es falsa. En parte los positivistas ingenuos subscriben a este principio porque fallan en distinguir entre distintos tipos de valores, algunos valores pueden ser evitados mientras que otros ocurren inexorablemente en ciencias y en análisis de riesgos. Longino (1983) aporta una clasificación de los valores en tres grupos, que ella admite no es ni exhaustiva ni exclusiva:

-*Valores de sesgo*. Ocurren en el análisis de riesgo cuando aquellos haciendo los juicios deliberadamente malinterpretan u omiten los datos para servir a sus propósitos.

-*Valores contextuales*. Los evaluadores de riesgo subscriben valores contextuales particulares cada vez que incluyen algún énfasis personal, social, cultural o filosófico en sus juicios. Son valores intrínsecos al contexto de la persona. Por ejemplo, como señala Longino, la industria microbiológica, en especial pequeños laboratorios, ha sido muy influenciada por valores culturales y financieros, como las ganancias.

-*Valores metodológicos*. Ocurren cada vez que científicos y evaluadores de riesgo hacen juicios sobre qué reglas metodológicas, modelos o teorías seguir. Incluso recolectar datos requiere juicios de valores metodológicos porque se deben hacer suposiciones sobre qué datos relevar y cuáles ignorar.

Los valores de sesgo deben ser eliminados del análisis de riesgo porque no contribuyen a la objetividad. Los valores contextuales, en teoría podrían ser evitados, pero en la práctica sería imposible ya que no es posible independizarse de ciertas partes constitutivas de la persona. Los

valores metodológicos tampoco pueden ser evitados. Los valores que tiene una persona junto con los conocimientos, creencias y teorías guardan un papel esencial en la percepción de fenómenos. Cada vez que se quiera cumplir un determinado objetivo o contar con cierto valor en el trabajo, se deberán realizar acciones específicas. Por ejemplo, podría buscarse una explicación sencilla, o que la teoría tenga coherencia con las creencias de la nación. Tener en mente los distintos valores presentes enriquece el análisis de riesgo.

Los positivistas ingenuos y algunos evaluadores de riesgo creen que los juicios de valor no tienen lugar en ciencia o estimaciones de riesgo ya que no se pueden comprobar empíricamente. Éste es un nivel de certeza inapropiado ya que en distintas etapas de la actividad científica se realizan juicios de valores que no se pueden verificar empíricamente. Se usan criterios que tampoco se pueden verificar empíricamente al elegir una teoría sobre otra, o al elegir qué datos relevar, o qué hipótesis aceptar (Shrader-Frechette, 1991).

Se pueden citar un sinnfín de ejemplos de que la actividad científica y el análisis de riesgo están impregnados de valores. Un ejemplo interesante puede ser considerar uno de los parámetros de seguridad usados en la toma de decisiones, la dosis de referencia (RfD) usada por toxicólogos que analizan los riesgos de químicos. El objetivo perseguido por la RfD es encontrar una dosis de la sustancia tóxica que sea lo suficientemente improbable que someta a los humanos a un riesgo, y se calcula como sigue:

$$RfD = \frac{NOAEL}{U_A \cdot U_H \cdot U_S \cdot U_D \cdot M}$$

donde

- (i) NOAEL (*no observed adverse effect level*) es la dosis de la sustancia que se ha demostrado que no es dañina en animales,
- (ii) U_A es el factor inter-especies, que refleja la incertidumbre debida a las diferencias fisiológicas entre humanos y animales (un valor común es 10),
- (iii) U_H es el factor intra-especies, que refleja la incertidumbre debido a las diferencias entre humanos (un valor común es 10),
- (iv) U_S es el factor de cronicidad, que es mayor a 1 si las observaciones son en el corto plazo mientras que la RfD se usa para consideraciones a largo plazo (los valores son usualmente menores que 10),

- (v) U_D es el factor de base de datos, que es incluido si la base de datos es incompleta o insuficiente (los valores varían de 1 a 100), y
- (vi) M es el factor de modificación, que se usa para cubrir los efectos no considerados (usualmente menos de 10).

La fórmula para calcular la RfD resalta un modo en que un valor puede influenciar el modelo. La seguridad es un ejemplo típico de un valor que va más allá de lo epistémico y aquí se ve cómo influye en la elección de los parámetros representados. La NOAEL y todos los factores de incertidumbre sobre las sustancias se incluyen en el modelo porque se considera que son relevantes para asegurar que la RfD garantice la seguridad en varios contextos. Si la seguridad no hubiese sido una preocupación importante, los parámetros elegidos bien podrían haber sido otros (Diekmann y Peterson, 2011). Esto sugiere que los valores estructuran los experimentos, determinan el significado de las observaciones e influyen tanto a la ciencia como al análisis de riesgo.

Si los positivistas ingenuos están en lo cierto en pedir que la confirmación empírica de todos los juicios esté libre de valores, entonces toda la actividad científica y el análisis de riesgo debe detenerse ya que no se podrían hacer juicios sobre qué teorías elegir. Además, Shrader-Frechette (1991: 43) señala que la ciencia y el análisis de riesgo progresan, que hay teorías y modelos que son a menudo descartados y que las revoluciones científicas ocurren, incluso en el análisis de riesgos. Por esta razón es que la verificación empírica conduce a mejoras, aunque ningún juicio se verifica empíricamente sin considerar algunos valores.

Tal vez muchos evaluadores de riesgo creen erróneamente que es posible hacer juicios confirmados independientemente de los valores porque subscriben a un principio conocido como la dicotomía hecho-valor. Esto es creer que los hechos y valores se pueden separar completamente, y que existen hechos que no incluyen juicios de valores. Aplicado al estudio de peligros, sería que las evaluaciones de riesgo deberían consistir en estimaciones neutrales y empíricas, aunque las decisiones políticas que se toman como consecuencia podrían tener una carga valorativa. Asumir dicha dicotomía sugeriría que hay investigaciones sin suposiciones ya que los hechos puros se mostrarían tal cual son ante cualquier persona pero, como se sabe, no existen investigaciones ni teorías sin suposiciones.

Las observaciones con neutralidad valorativa no son las únicas guardianas de la objetividad, los valores amenazan la objetividad si uno considera que sólo éstos determinan los hechos. Muchos filósofos de la ciencia señalan que tanto nuestros valores como el mundo externo determinan nuestras percepciones, observaciones y hechos. Incluso aunque los hechos estén cargados de valores, hay razones conceptuales y lógicas para elegir entre teorías, y por lo tanto ser más objetivos.

Según Shrader-Frechette (1991: 44) el principio de neutralidad es un ideal al que deberíamos acercarnos, aunque nunca se alcanzará por completo. Los positivistas están en lo cierto cuando señalan que, aunque no se puedan hacer estimaciones de riesgo sin suposiciones, se debería tratar de evitar valores de sesgo y contextuales. Como los valores contextuales y metodológicos son prácticamente imposibles de evitar, los evaluadores de riesgos deberían tenerlos presentes para enriquecer el análisis. Entonces al estudiar un proyecto tecnológico y sus riesgos se debe incluir en el análisis tanto aspectos técnicos como políticos, culturales, sociales, ambientales y económicos.

Abstenerse de criticar los valores subyacentes de un análisis de riesgo es avalar el *statu quo*, ya que indirectamente se estaría a favor de ciertos valores. Si se aceptan los postulados del positivismo ingenuo que sostiene que sólo los hechos son neutrales y objetivos, no habría lugar para las decisiones que implican cuestiones no empíricas. Además, sosteniendo la neutralidad, se podrían aceptar valores del *statu quo* y por lo tanto, racismo, sexismo o violaciones de libertades civiles.⁶

Para hacer al análisis más objetivo el analista debería ser crítico sobre ciertas suposiciones que se realizan y valores comprometidos. Por lo que sería sensato no sólo permitir las críticas, sino asegurar las críticas de las críticas, de manera de proporcionar un marco para la evaluación de peligros en que juicios alternativos sobre riesgos puedan ser desarrollados, comparados y criticados. En este sentido, Vara (2012), citando a Bauer, manifiesta que “el control de la tecnología por aquellos que resultan afectados por ella es entonces una agenda deseable”.

⁶ Un claro ejemplo de esto fue cuando Albert Einstein condenó en 1933 las violaciones a las libertades civiles cometidas por Hitler. La Academia Prusiana de Ciencias denunció a Einstein por no mantenerse neutral. Así, a través de su denuncia los miembros de la academia apoyaban el *statu quo*.

Asimismo, aceptar la idea de la neutralidad total en las evaluaciones de riesgos es ignorar que dichas evaluaciones afectan la política pública y se realizan en un ambiente político, donde las regulaciones se hacen con la interacción de múltiples actores. Perseguir dicho principio limitaría la calidad y cantidad de interacciones.

Como se analizó anteriormente, la evaluación de peligros puede ser objetiva y verificable, pero no completamente libre de valores. Los relativistas culturales sobreestiman los valores al reducir todas las evaluaciones de riesgo a construcciones sociales, desprovistas de su componente científico. Los positivistas ingenuos subestiman los valores al tratar de reducir las evaluaciones de riesgo a algoritmos puramente científicos, ignorando la parte ética del análisis de riesgo.

3.4. Procedimentalismo científico

A partir de las críticas a las posturas positivista y relativista, Shrader-Frechette buscará sentar una posición propia en el debate. Su posición –a la que denominará procedimentalismo científico– será de carácter intermedio. Por una parte reconocerá –contra el positivismo– la existencia de valores en el análisis de riesgo, que guían nuestra evaluación de la experiencia empírica y son inevitables. Pero por otra parte –contra el relativismo– señalará que es posible encontrar un terreno común entre grupos sociales con diferentes creencias para generar un consenso en torno a riesgos, es decir, que no *todo* el riesgo es socialmente construido. Para ello, propondrá una reforma de las nociones tradicionales de racionalidad y objetividad. La objetividad se definirá entonces basándose en tres proposiciones: (1) como afirmó Hempel, existe al menos un criterio general para elegir entre teorías y paradigmas tanto en ciencia como en análisis de riesgo: el poder explicativo y predictivo; (2) el resto de los criterios son específicos de algún caso o determinados por la práctica; y (3) que la mejor forma de garantizar la objetividad científica es someter a las evaluaciones de riesgo a un debate inteligente, críticas y enmiendas por parte de la comunidad científica y de las personas potencialmente afectadas por el riesgo en cuestión (1991: 47-48).

Para comprender por qué el poder explicativo y predictivo funcionaría como un criterio universal para elegir entre teorías, se debe entender por qué la objetividad científica no requiere una verificación empírica libre de valores. Dicha verificación no es el único criterio para probar la objetivi-

dad y, además, los juicios sobre valores metodológicos no se pueden verificar de esa manera. En muchas ocasiones se entiende objetividad como imparcialidad, y no como neutralidad valorativa. A menudo se llama a un juicio “objetivo” cuando no es claramente subjetivo ni está sesgado. Así, la objetividad estaría vinculada a evitar valores de sesgo y a tratar de representar imparcialmente las situaciones. Es claro que la objetividad en este sentido podría ser alcanzada y notar que algunos actores son más o menos objetivos, en oposición a lo que creen los relativistas culturales.

Una forma de evitar los valores de sesgo y dar una representación imparcial de la situación sería entonces, chequear el poder predictivo y explicativo de la evaluación hecha sobre el peligro, y también someterla a debate tanto por la comunidad científica como por el público en general. La racionalidad científica es propia del análisis que hace un asesor de riesgos trabajando individualmente para asegurar el poder explicativo y predictivo. Mientras que la objetividad sería entonces algo colectivo, la objetividad prodrá ser garantizada por el poder explicativo y predictivo del análisis y por el trabajo conjunto de científicos y personas potencialmente afectadas para examinar y enmendar el criterio de aceptabilidad del riesgo. Esta postura puede ser considerada polémica por muchas personas, como por ejemplo quienes tienen una formación tradicional en ciencias e ingeniería, ya que la objetividad se define aquí en parte con debates, y no como tradicionalmente se hace al referirse a algo objetivo como algo dado que es ajeno al sujeto.

A su vez se reconoce la importancia de la componente científica del análisis de riesgo, ya que los factores empíricos, como por ejemplo las consecuencias observadas de un accidente o su frecuencia, podrían cambiar la probabilidad de que los juicios de riesgos sean correctos; y por esta razón, los juicios no pueden ser puramente subjetivos.

En la búsqueda de una certeza que pareciera trascender la posibilidad de error, y en presuponer que la objetividad requiere de infalibilidad y universalidad, los relativistas del riesgo asumen que como no hay un juicio perfecto, todas las evaluaciones de riesgo son igualmente imperfectas. Ni del hecho histórico de que muchas teorías han sido falsadas, ni de que ningún juicio escapa de ser falsable se desprende que todas las evaluaciones de riesgo son igualmente dudosas. Las diferencias que existen en los comportamientos en ciencia y política son compatibles con juicios de

riesgos “objetivos” (poder explicativo y predictivo, sobrevivir a las críticas). Entonces los desacuerdos sobre cómo evaluar un peligro dado no significan que no existan reglas al analizar riesgos ni que todos los criterios sean igualmente buenos. Por lo que los debates sobre los procedimientos particulares para estudiar un peligro dado no hacen peligrar la racionalidad y el no-relativismo de los juicios de riesgo, siempre y cuando se acepten los principios generales del análisis (como podría ser postular probabilidades de riesgo en concordancia con frecuencia de accidentes observados, o proponer una aceptabilidad del riesgo en función del grado de consenso público sobre el peligro).

Con respecto a la participación de los diferentes actores en el análisis de riesgo, el modelo tradicional no da lugar a la opinión y aporte del público potencialmente afectado, en general legos. Muchas veces los expertos desvalorizan las opiniones de estos últimos usando argumentos como los analizados a principio del texto. Por ejemplo, en los años posteriores al accidente de Chernobyl, los campesinos de Lancashire al sur de Inglaterra notaron que los suelos turbosos de la región habían cambiado. Los científicos analizaron el suelo y dijeron que estaba dentro de los rangos normales, desestimando la opinión de los campesinos. Finalmente se notó que la acidez del suelo era mayor a la esperada, los expertos habían subestimado que la radiación de onda larga podía afectar el suelo y las plantas en Inglaterra, y la visión de quienes estaban realmente afectados fue desestimada (Jasanoff, 1993, citando a Wynne.). Como bien señalan los relativistas culturales, el riesgo es algo que nos incumbe a todos y nadie tiene una opinión privilegiada sólo porque es abogado, biólogo o ama de casa, todos pueden hacer aportes para contribuir a un análisis más objetivo en el sentido que plantea Shrader-Frechette.

Como ejemplo de la inclusión de valores que necesariamente aparece en un proceso de análisis de riesgo, Shrader-Frechette (1991: 63-65) comenta la evaluación de riesgos realizada por Herbert Inhaber, un ingeniero que trabajaba con energía nuclear en Estados Unidos, en la que se estimaron los riesgos de energías alternativas. Se concluyó que el riesgo de las fuentes convencionales de energía, como la nuclear y la del carbón, es menor que las de energías alternativas, como la solar o la eólica. Además, también se concluyó que los riesgos no catastróficos, como los de la energía solar, son mayores que los riesgos catastróficos de la energía nuclear.

Inhaber llegó a estas sorprendentes conclusiones porque en su análisis científico hizo varias suposiciones. Por ejemplo, asumió que toda la electricidad generada era útil para la red, y por lo tanto ignoró los usos de la energía solar para calefacciones y calentar agua en casas, entre otros. Otra suposición cuestionable que hizo fue que todos los sistemas de energías alternativas deben tener un respaldo en fuentes de carbón, y entonces, gran parte de los riesgos de dichas energías venían del respaldo en carbón. Se sabe que también puede haber respaldos en energía química usando baterías o con tecnologías del hidrógeno. Asimismo, supuso que las plantas nucleares no necesitan un respaldo, con esto ignoró que las plantas están un 33% del tiempo al año fuera de servicio para chequeos, recarga y reparaciones.

En su análisis también hizo suposiciones cuestionables, por ejemplo, al pensar sobre los días perdidos de trabajo ignoró que los motivos pueden ser más o menos severos, dependiendo la naturaleza del accidente. En su marco, perder un día por intoxicación aguda debida a radiación o por cáncer sería lo mismo que por un esguince de tobillo; la radiación podría repercutir en mutaciones en los hijos y el cáncer en una muerte prematura, ninguno se compara con un esguince de tobillo. A su vez, tampoco diferenció entre accidentes catastróficos y no catastróficos.

Por lo mencionado anteriormente, se ve un ejemplo de cómo los valores juegan un rol importantísimo en el trabajo científico al hacer suposiciones, y cómo eso puede llevar a conclusiones tan distintas. Tener presente los valores en los que se basan los análisis ayuda a evitar resultados tan dispares y enriquecer el análisis.

Por otro lado, en la evaluación de riesgos se compara el riesgo en cuestión con muchos otros riesgos para determinar si es tolerable para la sociedad. Esto significa que los juicios sobre la aceptabilidad de un riesgo es una función tanto del poder predictivo y explicativo como de los tipos de comparaciones hechas. Los riesgos pueden ser comparados contemplando sus probabilidades, consecuencias, beneficios, equidad en la distribución, el nivel de consentimiento de la gente, etc., en general aspectos que no son comprobables empíricamente.

El aspecto comparativo de la evaluación de riesgos es una de sus fortalezas. Provee oportunidades para alentar la eficiencia al maximizar los beneficios que se pueden obtener con los fondos gubernamentales para

salud y seguridad pública. A su vez, también promueve la equidad y consistencia en la asignación de fondos entre distintos programas de seguridad.

A la hora de plantear mejoras concretas al análisis de riesgo, en sintonía con la postura del procedimentalismo científico, Shrader-Frechette aboga por ciertas reformas al análisis de costo-beneficio, una de las metodologías más habituales. En su visión, es necesario usar análisis de riesgo cuantitativos y análisis de riesgo-costo-beneficio, ya que de esta forma se puede mantener empíricamente relevantes las evaluaciones de riesgo al incorporar cuestiones estadísticas. Al mismo tiempo, el ARCB mejoraría mucho con técnicas de ponderaciones éticas. Para hacer la toma de decisiones más democrática, la evaluación de riesgo debería ser alcanzada por análisis alternativos que contemplen las distintas suposiciones éticas, metodológicas y sociales. Por último, propone que las estimaciones de expertos deben calibrarse según sus éxitos en las predicciones pasadas.

Cabe señalar que ni la evaluación de riesgos ni el ARCB pueden decir qué tipo de ponderaciones realizar; el ARCB es un cálculo formal susceptible de los pesos que le imponga cualquier sistema ético. Su propósito es aclarar los valores existentes como sociedad, no dictarlos. Por este motivo, tal vez la mejor manera de evaluar riesgos sería que distintos grupos interesados preparen ARCB alternativos, cada uno con diferentes pesos éticos. Luego el público o sus representantes podrían decidir cuál marco de ponderaciones representa sus valores, siguiendo procesos democráticos normales.

Los ARCB ponderados éticamente permitirían a la sociedad ver que las buenas políticas no son sólo cuestión de cálculos económicos sino también de análisis éticos. Este método favorecería la toma de decisiones en un marco más democrático: el análisis de políticas mostraría cómo varían los valores asignados a riesgos sociales, costos y beneficios según las suposiciones éticas hechas. Además, los ARCB ponderados éticamente traerían la temática de los valores en una etapa temprana del debate, en vez de más tarde, cuando ya se habrán sacado las conclusiones del análisis.

Dichas ponderaciones éticas reflejan las distintas preferencias sociales, éticas y metodológicas. Es posible observar los efectos de diferentes suposiciones sobre el mismo análisis de peligros. Por esta razón, se deben realizar varios análisis de riesgo por cada amenaza ambiental o social. Esto ayuda también a conocer las distintas variables de la tecnología en cuestión, ya que los diferentes grupos prestarán más atención a cosas distintas en lo que respecta a la tecnología y sus riesgos asociados.

Otra herramienta metodológica para mejorar la evaluación de peligros sería ponderar también las opiniones expertas. Este procedimiento consistiría en darles más crédito a los expertos cuyas estimaciones de riesgo han sido correspondidas con la realidad en predicciones pasadas. Es una forma de realizar un control probabilístico sobre las opiniones expertas y hacerlas más objetivas. Entonces haciendo este tipo de ponderaciones se sabría si un experto está o no “bien calibrado”. Al hacer estas calibraciones se pueden corregir algunos sesgos, por ejemplo, cuando un experto muy optimista le asigna una probabilidad demasiado pequeña a un riesgo.

Todas estas reformas metodológicas tienen como trasfondo dos principios defendidos por el procedimentalismo científico. Uno es que los evaluadores deben abandonar la postura rígida del positivismo que supone que las estimaciones de riesgo de los expertos están libres de valores, y la suposición errada del relativismo cultural de que el análisis de riesgo no es objetivo en ningún sentido. Es objetivo en al menos los tres sentidos que plantea el procedimentalismo científico. El segundo principio es que el análisis de riesgo hoy en día debe realizarse de una manera más democrática y abierta al control público, y a su vez más procedimental.

4. CONCLUSIONES

El análisis de riesgo tecnológico es un asunto muy importante porque supone tomar decisiones que a menudo involucran muchos recursos tanto económicos como ambientales, y una mala decisión al respecto traería muchísimas pérdidas, incluso vidas humanas. Es por eso que se debe evaluar los riesgos de una manera integral. Las decisiones se toman en condiciones de incertidumbre, y por tal motivo se deben realizar juicios de valor. Tener presentes los valores en los que descansa una evaluación de riesgos enriquecerá el análisis.

La construcción de los riesgos se hace tanto científica como socialmente, ambas aristas deben ser tenidas en cuenta para un buen análisis. Como fue analizado, el rol otorgado a los valores es una cuestión central, tanto la postura positiva como la relativista son reduccionistas y por ello no logran un análisis integral de los riesgos tecnológicos. Ambas posturas extremas conducen a errores, y en consecuencia deben ser abandonadas. Sin embargo, la postura positivista sigue estando presente en muchas escuelas de ingeniería, donde a menudo se enseñan modelos para tra-

tar riesgos que minimizan las componentes éticas. Por ejemplo, ciertos modelos consisten en matrices donde se van respondiendo preguntas sobre distintos aspectos –toxicológicos, poblacionales, etc.– y otorgando puntos a las respuestas. Luego si la sumatoria resulta mayor a cierto valor el riesgo se considerará alto y digno de tomar medidas o tolerable. Una pregunta presente es “¿Existe preocupación social? Sí (3 puntos). Potencial. (1 punto) No. (0 puntos)”. Como se observa, este tipo de análisis reduce las aristas culturales y sociales del riesgo a sumar puntos cuando con frecuencia el asunto es mucho más complejo, y se deben estudiar los intereses y la interacción entre la sociedad y quiénes desean llevar a cabo el desarrollo tecnológico. Un análisis de riesgo-costo-beneficio realizando ponderaciones éticas resulta una buena alternativa para evaluar riesgos.

Resulta necesario abandonar las visiones extremas de oponerse a todo desarrollo tecnológico de por sí y también la visión de que los legos son ignorantes. Oponerse a una actividad tecnológica por el solo hecho de que traerá riesgos no es aceptable, ya que el riesgo no es una cuestión de todo o nada, sino una cuestión de grado, entonces se debe procurar que dichas actividades no aporten riesgos significativos a los seres humanos y al ecosistema.

Por su parte, hay que reconocer que los legos tienen conocimientos tan válidos como los expertos y sus aportes no deben ser menospreciados. Además, por cómo se generan y se transmiten los conocimientos hoy día los legos pueden convertirse en expertos en una determinada área en el corto plazo, y así jugar un papel muy importante en el análisis de riesgos ya que combinarían los conocimientos contextuales con los conocimientos técnicos. Como señaló Jefferson, uno de los primeros presidentes de los Estados Unidos, una ciudadanía bien informada es la mejor guardiana de sus propios intereses.

Según el concepto de objetividad propuesto por el procedimentalismo científico, éste finalmente descansará en un consenso entre las partes interesadas. La evaluación y gestión de riesgos es un tema altamente politizado donde entran en juego muchos intereses, tanto ambientales y culturales como económicos y políticos. Para asegurar la objetividad de las evaluaciones y decisiones sobre riesgos tecnológicos, también su poder predictivo y explicativo debe ser corroborado para mantener empíricamente relevante al análisis. Las evaluaciones deben realizarse en un contexto democrático, donde se puedan comparar diversos análisis, contras-

tarlos y enmendarlos. Se debe asegurar que en dichos debates participen tanto los expertos como los legos potencialmente afectados. Como bien señala Oltra (2005), citando a Beck, no existen soluciones de expertos sobre el riesgo, pues nunca el conocimiento científico es capaz de evaluar las soluciones culturalmente aceptables. La racionalidad científica se vuelve vacía sin racionalidad social, pero la racionalidad social es ciega sin racionalidad científica.

5. REFERENCIAS

- Beck, Ulrich (1998): *La sociedad del riesgo*, Barcelona, Paidós.
- Carson, Rachel (1960): *Silent spring*, Boston, Houghton Mifflin.
- Commoner, Barry (1966): *Science and survival*, Nueva York, Viking.
- Diekmann, Sven y Martin Peterson (2011): "The role of non-epistemic values in engineering models", *Science and Engineering Ethics*, 19, (1), pp. 207-218
- Douglas, Heather (2000): "Inductive risk and values in science", *Philosophy of Science*, 67 (4), pp. 557-579.
- Douglas, Mary y Aaron Wildavsky (1983): *Risk and culture*, California, University of California Press .
- Efron, Edith (1984): *Apocalyptic: politics, science and the Big Cancer Lie*, Nueva York, Simon & Schuster.
- Funtowicz, Silvio y Jerome Ravetz (1999): "Post-normal science: environmental policy under conditions of complexity", *Environmental Preservation*, 17, pp. 63-74.
- Gubin, Anastasia (2013): "OMS alerta a Chile, Argentina y México a causa del arsénico en las aguas", *La gran época*, 3 de enero. <<http://www.lagranepoca.com/26667-oms-alerta-chile-argentina-mexico-causa-del-arsenico-aguas>> consultada el 10 de julio de 2013.
- Jasanoff, Sheila (1993): "Bridging the two cultures of risk analysis", *Risk Analysis*, 13, (2), pp. 123-129
- Longino, Helen (1983): "Beyond 'bad science': Sceptical reflections on the value-freedom of scientific inquiry", *Science, Technology and Human Values*, 8, pp. 7-17.
- Oltra, Christian (2005): "Modernización ecológica y sociedad del riesgo. Hacia un análisis de las relaciones entre ciencia, medio ambiente y sociedad", *Papers*, 78, pp. 173-149.
- Shrader-Frechette, Kristin S. (1991): *Risk and rationality. Philosophical foundations for populist reforms*, California, University of California Press.

- Slovic, Paul (2000): *The perception of risk*, Londres, Earthscan.
- Sunstein, Cass R. (2006): *Riesgo y razón*, Buenos Aires/Madrid, Katz Editores.
- UNESCO (2005): “The precautionary principle”, *World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology* (COMEST).
- Vara, Ana María (2009): “Anti-imperialismo y literatura. La emergencia del contra-discurso neocolonial de los recursos naturales en América Latina”, tesis doctoral, University of California, Riverside.
- Vara, Ana María (2012): “Riesgo, recursos naturales y discursos: El debate en torno a las tecnologías y el ambiente en América Latina”, en *Tecnología & Sociedad*, 1, (1), pp. 47-88.
- Zuoza, Juan A. (2005): *Esquel y su NO a la Mina*, El Bolsón, Taller de La Loma.





Contribución de la economía ambiental al análisis del riesgo tecnológico

Emilio Picasso¹

RESUMEN

La cuestión del riesgo tecnológico es ciertamente controvertida, como se manifiesta en el ruidoso debate entre las organizaciones ambientalistas y las empresas promotoras de la tecnología. Uno de los elementos centrales es el valor de la ciencia para dirimir ese debate. Por un lado, su objetividad está en duda. Por otro, la cuestión del riesgo reintroduce la cuestión de la subjetividad. Aunque la ciencia lograra una cabal y objetiva comprensión de la probabilidad y la magnitud del daño que potencialmente produciría un riesgo tecnológico, las actitudes frente al mismo son de naturaleza subjetiva, y por lo tanto también la decisión correcta. Una sociedad puede tolerar un riesgo en pos del beneficio tecnológico asociado mientras otra no. La economía ambiental realiza un aporte valioso en esta cuestión. Mediante sus métodos más elaborados permite integrar el elemento subjetivo de la apreciación del riesgo en el análisis del riesgo tecnológico. De este modo es posible realizar un análisis científico de la cuestión que contemple las actitudes de los miembros de la sociedad frente el riesgo.

¹ Ingeniero Industrial, Universidad de Buenos Aires, doctor en Dirección de Empresas (Universidad del CEMA). Profesor de Estadística Aplicada en la Pontificia Universidad Católica Argentina, profesor de Estadística Superior en la Universidad de Buenos Aires y de Métodos Cuantitativos en el Master de la Universidad del CEMA. epicasso@uca.edu.ar

PALABRAS CLAVE

Riesgo tecnológico, economía ambiental, costo-beneficio, valuación hedónica, valoración contingente, experimento de selección.

ABSTRACT

The technological risk is certainly a controversial issue, as demonstrated by the loud debate between environmental organizations and technology-promoting companies. In the core of the debate is the capability of science to settle the debate. On the one hand its objectivity is questioned. On the other hand the risk aspect brings back the issue of subjectivity. Even if science would achieve a comprehensive and objective assessment of the probability and the magnitude of the potential damage that a specific technology may cause, the people attitude is subjective in nature; then the right decision is also subjective. One society can tolerate a risk to get the corresponding benefits from technology while another society would not. The environmental economics makes a valuable contribution to this issue. By means of sophisticated methods it can measure and integrate the subjective element of the risk assessment in the analysis of the technological risk; making it possible to take into account the society member attitudes towards risk in the scientific analysis.

KEYWORDS

Technological risk, environmental economics, cost-benefit, hedonic valuation, contingent valuation, choice experiment.

1. INTRODUCCIÓN

La cuestión del riesgo tecnológico es ciertamente controvertida, como lo demuestra la existencia de las instituciones ambientalistas, y su confrontación con las empresas industriales promotoras de la tecnología. En el medio se ubica la comunidad, a la que ambos grupos dicen atender, y los políticos que la representan. Éstos son los actores que interactúan en torno al desarrollo de la tecnología.

Las empresas, artífices de la revolución industrial, han materializado indudablemente un enorme progreso para la humanidad. Motorizadas por el

incentivo que los beneficios proveen a sus dueños, y por cascada a los gerentes y operarios, estas empresas hacen realidad a gran escala los cambios tecnológicos que señala la ciencia, beneficiando a su vez a la comunidad. Ambos objetivos van unidos: la obtención de beneficios sigue a la provisión de una mejor calidad de vida a los integrantes de la comunidad. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología por lo general no es inocuo para el medio ambiente, sino que produce externalidades negativas, es decir consecuencias no deseadas que están fuera del negocio. La empresa inflige un daño a algún bien público, que perjudica a todos o algunos miembros de la comunidad, y no se hace cargo de repararlo porque no existe una instancia de negociación, ya que los bienes públicos, no apropiables, no participan en un mercado. La contaminación producida por el carbón, el petróleo, los plásticos, los efluentes químicos, los cementerios de productos durables desechados, etc., van gradualmente haciéndose notar. Hacia la década de 1960 la humanidad toma conciencia del impacto ambiental de aquel progreso (Carson, 1960; Commoner, 1966): La proliferación del desarrollo industrial está produciendo un daño significativo en el ambiente, en muchos casos irreversible. Se advierte que no es sustentable.

Surge entonces una disyuntiva en las empresas industriales: el bien de la comunidad ya no está totalmente alineado con los beneficios. Es importante comprender que esta disyuntiva no se limita a los propietarios de las empresas sino que alcanza también a los miembros de la comunidad. Un operario de una planta de carbón por ejemplo, sostiene su hogar gracias a esa tecnología, que también contamina el aire que respiran su familia y él.

Dos elementos complican la cuestión de la externalidad ambiental. En primer lugar la cuestión del riesgo tecnológico. El impacto ambiental de una actividad industrial tiene usualmente una componente cierta, como por ejemplo la inundación permanente que produce el lago de una represa. Esta componente no se debería prestar a gran controversia puesto que, siendo cierta, es relativamente sencillo arbitrar los medios para compensar a los damnificados. Sin embargo, el impacto ambiental también tiene componentes de riesgo, es decir eventos negativos para las cosas o la vida que son aleatorios. La contaminación del aire o del agua, dentro de ciertos límites, no tiene un efecto cierto sobre la salud, sino mediado por una probabilidad. Aun asumiendo que todos los miembros de la comunidad conocieran exactamente esta probabilidad, sus reacciones

serían diferentes como consecuencia de la variedad de susceptibilidades al contaminante, de preferencias y de actitudes frente al riesgo. El segundo elemento es que los beneficios y los riesgos de la tecnología suelen recaer sobre diferentes actores. En el caso de la explotación del carbón, por ejemplo, los beneficios están concentrados sobre los propietarios de las empresas, y secundariamente sobre los trabajadores, mientras que los perjuicios recaen sobre grandes sectores de la comunidad. En otros casos, como la minería a cielo abierto, los beneficios se extienden más allá de los propietarios y trabajadores hacia toda la comunidad vía impuestos y exportaciones que generan divisas que posibilitan un mejor nivel de ingresos; mientras que los perjuicios recaen principalmente sobre los pobladores de la zona donde se encuentran las operaciones. Es decir, la distribución demográfica de los riesgos generalmente no se corresponde con la de los beneficios.

La proliferación del daño ambiental derivado de la tecnología provocó el surgimiento del movimiento ambientalista y sus instituciones. La cuestión excedió el ámbito de las empresas industriales y se suscitó la controversia, cuya complejidad confunde a la comunidad y también a los políticos que la representan.

En el fragor de la controversia acerca del riesgo tecnológico han surgido ideologías extremas. Como señala Ortega en este número, siguiendo a Shraider-Frechette (1991), tanto el relativismo cultural como el positivismo «ingenuo» se manifiestan en estos debates. El primero plantea la imposibilidad de un abordaje científico libre de valores subjetivos. El riesgo sería un concepto construido por la sociedad, y por lo tanto no habría decisiones correctas o erradas acerca del mismo, tal como si fuera una cuestión estética. Cada sociedad decide trabajar para mitigar el riesgo o desestimarlos según sus preferencias subjetivas. La propuesta de resolver la cuestión del riesgo mediante el debate democrático luce atractiva. Sin embargo, dejar de lado todo argumento racional puede conducir a un debate salvaje dirimido por la fuerza con consecuencias negativas; ya sea de alguna empresa inescrupulosa con influencias políticas para conseguir la aprobación de un proyecto pernicioso para la sociedad, o bien de una masa equivocadamente enfervorizada contra una tecnología inocua que se privaría de sus beneficios. La asimilación de la cuestión del riesgo a la estética puede resultar en un deterioro de los derechos humanos, particularmente la vida.

El positivismo «ingenuo», en el extremo opuesto, asigna un valor absoluto a la ciencia. Cree en una ciencia neutral, totalmente despojada de

valores subjetivos, que ofrece evaluaciones de costo-beneficio que permiten dirimir la controversia entre empresarios y ambientalistas, guiando a los políticos hacia el bien común de la comunidad. Según Sunstein (2002), cuando hay desacuerdo entre los expertos y la opinión pública, generalmente los primeros tienen razón. Sunstein y Zeckhauser (2008) tratan la cuestión del miedo en la sociedad. Algunos riesgos tienen una fuerte componente emocional, como por ejemplo los atentados terroristas, o los ataques de tiburones. Normalmente éstos tienen muy baja probabilidad, de lo contrario serían catastróficos. Sin embargo, no importa lo baja que sea la probabilidad, su componente emocional tiene la capacidad de diseminar miedo y producir una sobre-reacción. La gente extrema la precaución, lo cual se refuerza por la aprobación social. Los políticos responden al miedo asignando recursos desmesurados a la prevención del riesgo, descuidando otros riesgos de mayor probabilidad u otros objetivos más importantes para la calidad de vida de la comunidad. Por ejemplo, las intensas medidas de seguridad en los aeropuertos que siguieron a los atentados terroristas condujeron a una mayor utilización del transporte terrestre, y esto incrementó el riesgo general de transporte. Todo esto supone que el riesgo es un concepto objetivo, medible mediante la estadística. Sin embargo, múltiples causas pueden debilitar la capacidad de la ciencia de medir el riesgo. Descartando la adulteración deliberada, es difícil para los diferentes actores de la sociedad aislar completamente el análisis científico de los valores subjetivos. En primer lugar los valores contextuales de la persona, como por ejemplo el beneficio de la institución donde trabaja, interfieren subrepticamente en el análisis. Más sutiles aún son los valores metodológicos, relacionados con el paradigma al que el científico suscribe, que indican qué teoría aplicar y cuál es la base empírica relevante en un estudio determinado. La propia imperfección de la ciencia empírica, puesta en evidencia por los trabajos de los epistemólogos modernos, como Karl Popper, Thomas Kuhn, o Imre Lakatos, justifica el adjetivo «ingenuo» para esta ideología.

Shrader-Frechette (1991) propone un punto intermedio entre ambas ideologías, que denomina procedimentalismo científico. En primer lugar rescata el valor de la ciencia en la medición del riesgo. Las teorías científicas, en su imperfección, pueden evaluarse por su capacidad predictiva, acotando el sesgo metodológico. La utilización de la mejor teoría existente por parte de representantes de los diferentes actores de la comunidad permite balancear, y posiblemente neutralizar, el sesgo contextual. El debate basado en estas evaluaciones constituye una forma de tratar los

riesgos que supera a las propuestas ideológicas. Además, Shrader-Frechette (1991) propone introducir la ética en la evaluación del riesgo.

En el centro de este debate ideológico se halla la cuestión de la subjetividad. Los relativistas culturales realzan los valores subjetivos descartando la intromisión de una ciencia que consideran de dudosa objetividad. Los positivistas ingenuos en cambio pretenden eliminar su influencia a través de una ciencia impecablemente objetiva. Sunstein y Zeckhauser (2008), más cercanos a esta segunda ideología que a la primera, proponen el análisis de costo-beneficio como la solución correcta a los problemas ambientales. En presencia de incertidumbre, el análisis costo-beneficio requiere una estimación estadística de la probabilidad además de la magnitud de los costos y beneficios. Estos autores plantean el problema de la heurística de disponibilidad. Los riesgos aterradores, como un atentado terrorista, activan este mecanismo que consiste en un sesgo cognitivo por el cual la gente desestima la baja probabilidad y queda frente al efecto aterrador con toda su connotación emotiva. Esto produce un intenso clamor social por una sobrerreacción para neutralizarlo, el cual muchas veces es atendido por los políticos e implementado, en desmedro de otros programas que producirían mayor beneficio para la calidad de vida de la población. Esta tesis se apoya en las investigaciones de Kahneman y Tversky (1979), quienes afirman, a partir de observaciones empíricas, que la gente no distingue las probabilidades muy pequeñas entre sí en la toma de decisiones. Entonces un evento aterrador gana disponibilidad en la mente gracias a sus facetas emotivas y la gente pierde la capacidad de ponderar su probabilidad. Esto genera una serie de medidas preventivas en la comunidad, y la misma heurística de disponibilidad hace que sus miembros se refuercen mutuamente en este comportamiento, produciendo una escalada sobrerreactiva. En la opinión de Sunstein y Zeckhauser (2008) no es correcto que el gobierno reaccione en la magnitud reclamada por el público atemorizado. Sin embargo, las medidas preventivas del público pueden ser muy costosas para la sociedad, tanto pecuniariamente como en términos de utilidad o felicidad. Si el terrorismo despierta el pánico, aunque su probabilidad sea ínfima comparada con la de los accidentes de tránsito por ejemplo, puede tener un efecto social devastador. Se resquebrajaría la cohesión social, lo que redundaría en un decaimiento de la actividad económica; la gente realizaría desmesuradas e ineficientes inversiones en sistemas de seguridad; la gente se retraería de realizar algunas actividades lícitas que pudieran malinterpretarse como favorables al terrorismo («overdeterrence»), etc. Esto sugiere la siguiente pregunta: ¿Es socialmente conveniente una asignación de recursos superior a la que

propone el análisis de costo-beneficio «objetivo», con el propósito de evitar una escalada de pánico? ¿Es económicamente eficiente para la sociedad invertir en disolver el miedo, dados sus efectos nocivos? O, puesta en términos más precisos: ¿Hasta qué punto lo es? Es decir, cuál es el (dis) valor del miedo. Y la respuesta yace en la subjetividad, ya que la actitud al riesgo es profundamente subjetiva. Conviene aquí separar dos roles de la subjetividad. Por un lado está la subjetividad de los científicos que realizan el estudio. Esta es la que el procedimentalismo científico propone neutralizar mediante la selección de la mejor teoría y su aplicación por científicos de cada grupo interesado. Pero también está la subjetividad de los miembros de la sociedad dada por la variedad de susceptibilidad al daño potencial y de actitud frente al riesgo. Ante un riesgo de probabilidad 2%, por ejemplo, algunos pueden espantarse y otros convivir con él sin mayor preocupación. Un análisis «objetivo» que se queda en una probabilidad no puede captar esta realidad social, y presenta una limitación importante para servir como regla de decisión. Esto supone una exigencia mayor para la ciencia. ¿Es la ciencia capaz de incorporar los aspectos subjetivos en el análisis del riesgo? Es en este punto donde los modernos métodos de la economía ambiental prestan una colaboración invaluable.

2. LA ECONOMÍA AMBIENTAL Y SUS MÉTODOS

Entendemos la economía como la ciencia que estudia la forma de satisfacer las necesidades humanas mediante recursos escasos, posibilitando la supervivencia y prosperidad de las sociedades. En este contexto, la economía ambiental analiza las decisiones económicas que interactúan con el medio ambiente.

Una de sus principales aplicaciones prácticas es valorar el impacto ambiental de los emprendimientos relacionados con el medio ambiente, a fin de incorporar esta dimensión a la evaluación de los proyectos. Si bien los efectos negativos que diversas industrias infligen al medio ambiente, ya sea en forma cierta o de riesgo tecnológico, son tema de preocupación relativamente reciente, ya desde tiempos inmemoriales el hombre ha realizado emprendimientos con el objeto de mejorar las condiciones ambientales. Bastan como ejemplo las obras de vaciamiento de los pantanos y los formidables acueductos que realizaba la antigua cultura romana para sanear las áreas urbanas.

Como los bienes y servicios que el medio ambiente provee a la sociedad: el aire, el agua, el silencio, la seguridad, la recreación, son generalmente

de carácter público, no apropiables ni generadores de rivalidad, no existen mercados que reaccionen mediante cambios de precios tendientes al equilibrio (Samuelson, 1954). Así, cuando una organización considera un proyecto rentable que deterioraría el medio ambiente, la sociedad no puede recuperar la calidad del ambiente perdida. O viceversa, si una organización considera un proyecto tendiente a mejorar la calidad del ambiente, no existe un mercado que le permita recuperar la inversión aunque el mismo fuera atractivo para la sociedad en su conjunto. La resolución de estas externalidades requiere frecuentemente la intervención del gobierno, idealmente para crear un mercado que asigne un valor al bien ambiental, como en el caso de las emisiones de dióxido de carbono. Otras veces tal cosa es imposible y es necesaria una intervención directa. En ambos casos es necesario medir o valorar el impacto ambiental. Es decir, determinar la magnitud económica requerida para restablecer el bien común de la sociedad, ya sea en forma de compensación para los damnificados o en forma de subsidios tendientes a viabilizar un proyecto de mejora ambiental (Baumol y Oates, 1988).

Así, la valuación del impacto ambiental se constituye en un elemento clave para lograr la congruencia entre muchos emprendimientos y el bien común de la sociedad.

Entre los diferentes tipos de impacto ambiental se destaca el riesgo para la vida, por lo cual es un tema central en la Economía ambiental, que permite valorarlo y sopesarlo en comparación a los otros bienes de la economía.

Siguiendo a Freeman (2003), la valuación de impacto ambiental de un proyecto comienza con la determinación del cambio en el ambiente en términos físicos y biológicos. Dado un determinado proyecto, ya sea que provenga de un agente del mercado o del gobierno, las ciencias naturales intervienen para determinar el cambio que provocará en el ambiente. Este trabajo puede ser bastante complejo e implica la delimitación espacio-temporal del impacto en todas las variables físicas y biológicas. Luego es necesario, con la ayuda de las ciencias naturales y de las ciencias de la salud, determinar el impacto que este cambio tendría sobre la vida humana y los recursos naturales, biológicos e inanimados. A partir de allí interviene la economía ambiental en la valuación de dos tipos de impacto. En primer lugar, del impacto sobre la vida humana y los recursos naturales surge el valor activo o “valor de uso”. En segundo lugar, del mero cambio ambiental, y sin referencia a la utilización que del mismo pueda hacerse, surge el valor pasivo o “valor de no-uso”, que consiste princi-

palmente en el deseo de legado a la humanidad, generaciones presentes y futuras. Por ejemplo, analizando el impacto ambiental de un proyecto de minería a cielo abierto, la potencial contaminación del agua tiene un (dis)valor activo para los pobladores del lugar; mientras que la destrucción de un glaciar tiene un (dis)valor pasivo para muchos miembros de la sociedad, aun residentes en lugares lejanos del mundo, que piensan que ese fenómeno natural debe ser preservado a pesar de que posiblemente nunca hagan personalmente uso de él.

Existe una variedad de tipos de bienes ambientales a la que corresponde una variedad de métodos de valuación. El agotamiento o depredación de recursos extractivos puede valorarse con técnicas económicas tradicionales. No deben desestimarse sin embargo los efectos secundarios o de equilibrio general. Por ejemplo, una restricción de uso de un recurso a una industria puede redundar en una modificación del equilibrio económico en la que los consumidores terminan enfrentando mayores precios y los productores experimentando una menor demanda. O una restricción a los consumidores puede generar inconvenientes con onerosas consecuencias de adaptación del comportamiento que traigan aparejado costos y tiempo perdido, e influyan sobre otros aspectos de sus patrones de consumo. Un caso paradójico son los controles a los pasajeros de avión que se implantaron para evitar los atentados terroristas, que generan demoras e incomodidad desincentivando el tránsito aéreo a favor del tránsito de superficie, como ya hemos señalado, bastante más inseguro. Es necesario en cada caso establecer un modelo de equilibrio particular, o general si el cambio afecta a varias industrias, para comprender el impacto en su total magnitud.

En cambio, los bienes ambientales que no se negocian en mercados, como la pureza del aire, del agua, la ausencia de ruido, la recreación, o la seguridad, requieren métodos más elaborados, ya que no existe un mercado para modelar. El valor pasivo es aún más difícil de medir y requiere métodos directos, como la valuación contingente o los experimentos de selección. El riesgo tecnológico está ligado a la misma vida humana. El valor de la vida humana, o más propiamente el riesgo de una prematura terminación de la misma, tiene una componente activa y otra pasiva, exigiendo las más elaboradas técnicas de medición.

En lo que sigue presentamos de manera sucinta los principales métodos de valuación ambiental, con el objeto de mostrar su aporte a la cuestión del riesgo tecnológico. Siguiendo a Freeman (2003), los métodos espe-

cíficos para la valuación ambiental se dividen en dos tipos según el tipo de base empírica empleada: Los métodos de preferencias reveladas y los de preferencias declaradas. La tabla 1 reúne los principales métodos de valuación ambiental.

Tabla 1 - Métodos de Valuación Ambiental		
Método de valuación		Tipos de bien ambiental afectado
Preferencias reveladas o Indirectos	Costo-beneficio	Valor de uso del ambiente • Extractivo. • De uso no excluyente o recreativo.
	Costos de viaje	
	Valuación hedónica	
Preferencias declaradas o directos	Valuación contingente	Valor de uso del ambiente Valor pasivo: • De opción de uso potencial. • De existencia o legado a la humanidad.
	Experimentos de selección	

Fuente: Elaboración propia basada en Freeman (2003).

Los métodos de preferencias reveladas utilizan información sobre el comportamiento humano en determinados mercados que están relacionados con el bien ambiental a valorar. Esta información puede provenir de registros previos o de una encuesta realizada ad hoc con preguntas sobre el comportamiento pasado, y es procesada mediante modelos estadísticos, como la regresión lineal, la regresión no lineal, los modelos logit o probit, o los modelos de selección discreta; con el objeto de interpretar los patrones de decisión del individuo y entre ellos su valoración por el bien ambiental en estudio.

Los métodos de preferencias declaradas utilizan información proveniente de decisiones hipotéticas. Consisten en plantear al individuo una situación hipotética que involucra al bien ambiental para que tome una decisión. Generalmente la situación hipotética incluye un vehículo monetario de manera de provocar una decisión de compromiso (*trade-off*) entre el bien ambiental y un egreso o ingreso; lo que permite valorar el bien ambiental en términos monetarios. Otras veces se incluyen dos riesgos distintos (*risk-risk analysis*) y el resultado se expresa como el valor de un riesgo en términos del otro.

2.1. MÉTODO DE LOS COSTOS INCURRIDOS O EVITADOS

El método más simple de preferencias reveladas es el de los costos incurridos o evitados. Es especialmente adecuado cuando el bien ambiental en estudio participa en un mercado. Los registros de precios y cantidades transadas en el mismo revelan las preferencias de los actores y permiten realizar valoraciones mediante técnicas de análisis económico tradicionales. Harrington y Portney (1987) desarrollaron el modelo que sustenta este método. El mismo estudia la forma en la que los individuos gestionan el riesgo para evitar la enfermedad, analizando las relaciones entre el tiempo de enfermedad, los gastos defensivos para prevenir el riesgo, los gastos médicos derivados de la contaminación ambiental con la utilidad y el ingreso. El modelo establece que, en el equilibrio, el gasto defensivo marginal es igual al gasto médico marginal, más el costo de la producción perdida (medido por el ingreso perdido durante el tiempo de enfermedad), más la des-utilidad derivada de la enfermedad. Como la medición de los gastos defensivos es difícil, y en muchos casos impracticable, el método procede por el otro lado de la ecuación, abordando la medición de los gastos médicos y el ingreso. Lamentablemente resulta inabordable para este método la medición de la des-utilidad, por lo cual es aproximativo. Cuando se trata de enfermedades con un alto riesgo de muerte esta solución es inadecuada, ya que la utilidad de la vida es, con toda probabilidad, un elemento preponderante.

En su aplicación empírica, el método de los costos incurridos o evitados conduce a la expresión de la fracción atribuible poblacional proporcional (*FAPP*) que se define como la porción de las enfermedades o decesos que pueden atribuirse al riesgo ambiental:

$$FAPP = \frac{\sum RR_i P_i - 1}{\sum RR_i P_i}$$

Donde el índice *i* recorre los diferentes escenarios de exposición al factor de riesgo ambiental que se observan en la comunidad. *RR* representa el riesgo relativo de los individuos en el escenario *i* frente a los no expuestos, y *P* es la prevalencia del escenario *i*.

Dado un cambio ambiental, ya sea positivo (obra de saneamiento) o negativo (proyecto industrial con impacto ambiental), el cambio en la *FAPP* de cada enfermedad puede calcularse mediante:

$$\Delta FAPP = \frac{\sum RR_i (P'_i - P_i)}{\sum RR_i P_i}$$

Donde P' es la nueva prevalencia del escenario de riesgo luego del cambio ambiental. El cambio de la FAPP multiplicado por la cantidad de enfermos previa y por el costo de la enfermedad (gastos médicos más producción perdida) produce una valoración del impacto ambiental del cambio en estudio.

Este método, aun con sus limitaciones, asiste adecuadamente en una variedad de problemas ambientales. Por ejemplo ha sido utilizado efectivamente por Conte Grand y Coloma para la evaluación de obras de infraestructura de agua y saneamiento en la Argentina. En ese estudio se analizan los siguientes escenarios de riesgo: 1: Situación ideal, 2: Disponibilidad de agua corriente y cloacas, 3: Disponibilidad de agua corriente pero no de cloacas, 4: Disponibilidad de cloacas pero no de agua corriente, y 5: Indisponibilidad de cloacas y agua corriente. El proyecto evaluado consiste en la construcción de obras de infraestructura de agua corriente y cloacas. El método de los costos incurridos o evitados permite valorar el beneficio para la población derivado de la reducción de riesgo de enfermedades causadas por el agua, que considerado junto a la inversión en infraestructura permite evaluar el proyecto. Esta evaluación económica es también social ya que considera el beneficio de una reducción de la prevalencia de enfermedades.

2.2. Método de los Costos de Viaje

En 1947, el US National Park Service, preocupado por el costo de los parques, solicitó a varios expertos ideas sobre cómo medir el valor que la sociedad le asigna a los mismos, siendo muchos de ellos gratis para el público. Harold Hotelling (1949) respondió mediante una carta en la que expone una idea sumamente original. Cuando una persona visita un parque es porque le asigna un valor mayor o igual que el costo asociado, incluyendo el precio de acceso, pero sobre todo los costos del viaje. Esta idea permite construir la curva de demanda del parque, analizando el costo y la probabilidad de visita de la población residente en sucesivos anillos concéntricos alrededor del parque. Con la curva de demanda es sencillo calcular el valor subjetivo del parque (una cota inferior en reali-

dad) como el excedente del consumidor.² Este método de valoración fue desarrollado por Clawson (1959) y se generalizó a cualquier bien recreativo: parques naturales, parques de diversiones, playas, montañas, etcétera

Este método se aplica a la economía ambiental cuando un proyecto industrial pone en riesgo un bien recreativo. La destrucción del mismo puede ser valorizada y contemplada en el proyecto, lo cual permite internalizar el costo social en la evaluación económica del mismo. Por ejemplo, es útil para valorizar el potencial impacto ambiental de las papeleras en el río Uruguay.

En su expresión más simple el método sólo exige conocer la residencia de cada visitante respecto al bien recreativo y datos censales. Esta información está generalmente disponible, lo cual realza el atractivo del método.

Se han escrito críticas a este método (Randall, 1994), por su abordaje presuntamente simplista, sin embargo se ha empleado en una buena cantidad de trabajos de investigación.

En su versión más elaborada el método de los costos de viaje incorpora variables demográficas al análisis. Esto se realiza mediante encuestas sobre muestras representativas de visitantes al bien recreativo, en las que se registra la frecuencia de visitas así como una serie de descriptores demográficos que permiten profundizar el análisis. Esta base empírica se trata mediante modelos lineales generalizados (por ejemplo la regresión de Poisson), que permiten calcular la valoración de manera más precisa.

2.3. Método de Valoración Hedónica

Esta metodología se basa en la teoría de los precios hedónicos desarrollada por Sherwin Rosen (1974), que generaliza el análisis económico clásico al caso de productos diferenciados. La idea consiste en analizar un mercado en el que el bien ambiental en estudio juegue algún rol en las decisiones, aunque sea secundario. Por ejemplo, el mercado inmobiliario para el estudio de la contaminación del aire o del agua en zonas urbanas, o el

² Excedente del consumidor se denomina a la diferencia entre el monto que están dispuestos a pagar los consumidores y el precio del bien.

mercado laboral para el estudio del riesgo de vida, o el mercado inmobiliario para el estudio del crimen.

Para fijar conceptos tomemos el caso de la contaminación ambiental por ruido. La teoría de los precios hedónicos establece que los precios de los departamentos dependen de una serie de variables como la superficie, la ubicación, el acceso al transporte, la categoría de la construcción, los servicios del edificio, la luminosidad, y también posiblemente del nivel de ruido. El bien ambiental en juego es el silencio. A mayor silencio mayor precio, *ceteris paribus*. Una compañía constructora exige mayores precios en lugares silenciosos. También puede intentar aislar el ambiente interior del ruido mediante muros aislantes, ventanas con doble vidrio, y otras técnicas constructivas, sin embargo el costo marginal crece a niveles mayores de silencio, ya que hay pocos lugares disponibles en la ciudad con esas características y las mejoras constructivas son crecientemente costosas; por lo cual la curva de precios ofrecidos en función del silencio (curva de oferta) es cóncava, es decir aumenta su pendiente positiva con el nivel de silencio. Cada compañía constructora tiene una curva de oferta propia, determinada por la ubicación y las características de los edificios que construye. Por otro lado los compradores de departamentos están dispuestos a pagar más por departamentos silenciosos, *ceteris paribus*. La utilidad del silencio también tiene rendimientos decrecientes ya que pasado cierto nivel un mayor silencio es imperceptible. Entonces la curva de disposición a pagar en función de la pureza del aire (curva de demanda) es convexa, es decir se satura a cierto nivel de silencio. Cada comprador tiene su propia curva de demanda, dependiendo de su tolerancia al ruido y la propia habilidad para neutralizar sus efectos.

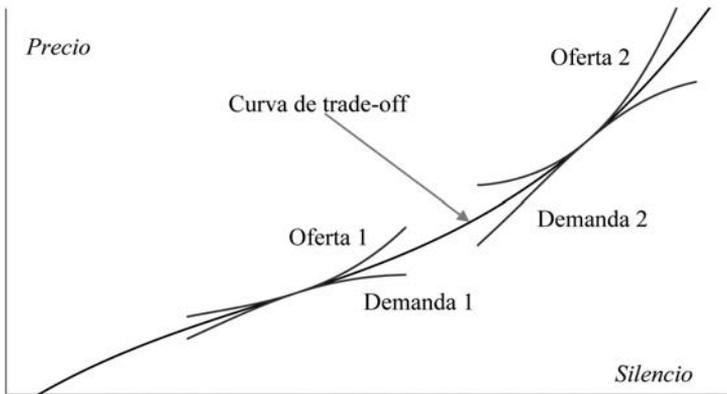


Figura 1. Modelo de Valoración Hedónica

Las curvas de oferta de las distintas empresas constructoras se encuentran con las curvas de demanda de los distintos compradores en puntos de tangencia, definiendo una asignación óptima de compradores a constructores. Los compradores más exigentes se encuentran con las empresas que construyen en zonas más silenciosas. Lo mismo ocurre con todas las demás características de los inmuebles, como superficie, categoría, etc., seguramente con mayor intensidad que con el nivel de ruido, pero si el mercado es competitivo el equilibrio se produce en estas zonas de tangencia. Las curvas de oferta y demanda de cada constructor y cada comprador no son observables. Sin embargo, el lugar geométrico de los puntos de tangencia entre las mismas constituye una curva de *trade-off* entre precio y nivel de pureza del aire que es observable en las transacciones realizadas. La figura 1 describe la relación entre el nivel de silencio y el precio de los inmuebles. La derivada (pendiente) de la curva de *trade-off* es el valor marginal del silencio. La estimación econométrica de esta curva de *trade-off* se puede realizar mediante una muestra de precios de las propiedades y niveles de silencio (o ruido), además de las restantes características de los departamentos. La estimación se realiza mediante modelos de regresión no lineal.³ La derivada de la curva de *trade-off* da el valor marginal del silencio, a cada nivel de silencio. Éste es un valor subjetivo, ya que parte de las decisiones de los sujetos en un mercado libre y competitivo, por lo tanto es una valoración social que permitiría evaluar económicamente una inversión para la mejora del nivel de silencio; como por ejemplo la colocación de parapetos laterales en las autopistas, la obligación de aislar los generadores eléctricos privados, mayores exigencias para los clubes nocturnos, etc. Gracias al modelo estadístico se consigue medir las preferencias implícitas en el comportamiento de la sociedad de una manera precisa.

Esta metodología también puede aplicarse, en algunos casos, para medir el valor del riesgo tecnológico. Obsérvese que el valor que arroja incluye los aspectos subjetivos. Por ejemplo, si hay dos puestos laborales con la misma probabilidad de accidentes fatales, uno más temido que el otro por parte de los trabajadores, el método verificaría una prima mayor en los salarios del primero que del segundo.

³ La no linealidad es técnicamente necesaria para que la derivada con respecto al nivel de silencio sea variable y permita entonces, en una segunda etapa, construir una curva de demanda.

Algunos ejemplos de trabajos de investigación que utilizan el método de precios hedónicos para medir el valor de la seguridad laboral son: Kniesner y Leeth (1991), o Moore y Viscusi (1988).

2.4. Métodos directos

Estos métodos, también llamados “de preferencias declaradas”, abordan directamente al individuo con preguntas o tareas de selección que permiten conocer sus opiniones acerca del bien ambiental en estudio de manera cuantitativa.

El primero es el de valoración contingente. Este método, en esencia, consiste en realizar una pregunta directa al individuo acerca del valor del bien ambiental en estudio. Originalmente se preguntaba al individuo cuánto pagaría por el bien ambiental, o qué nivel de compensación exigiría por su carencia. Esto presenta altos niveles de sesgo, por lo cual el método evolucionó hacia el formato referéndum, en el cual se presenta una mejora ambiental con un egreso asociado que el individuo puede aceptar o rechazar. La información resultante es una cota para el valor del bien, ya que si el individuo acepta también podría haberlo hecho por un importe mayor y viceversa, si rechaza, también podría haberlo hecho por un importe menor. Sin embargo la respuesta contiene información susceptible de ser aprovechada por modelos de regresión no lineal tipo logit o probit, o también por métodos no paramétricos, para producir una medida precisa del valor del bien ambiental. La respuesta a la pregunta genera información sobre la variación compensada, es decir mide la tasa marginal de sustitución entre el bien ambiental y el vehículo monetario,⁴ expresión del valor del bien ambiental.

Otro método de esta clase es el de comportamiento contingente, que es similar, sólo que en vez de un egreso propone un comportamiento determinado. Por ejemplo Conte Grand y Chidiak (2010) estudian el valor de las playas del río Uruguay proponiendo al individuo, frente a un hipotético

⁴ La tasa marginal de sustitución es la máxima cantidad de dinero que la persona está dispuesta a pagar por una unidad de un bien. Es decir el individuo es indiferente entre poseer una unidad del bien o el dinero que representa la tasa marginal de sustitución. Técnicamente son situaciones del mismo nivel de utilidad.

deterioro ambiental, un traslado a otra playa similar más lejana. El costo de traslado equivale al egreso propuesto en el método de valoración contingente, con la ventaja de ser una propuesta más natural y realista.

La forma más elaborada de los métodos de preferencias declaradas está dada por los experimentos de selección. Éstos consisten en presentar dos o más alternativas, definidas por varias características entre las cuales está el bien ambiental, para que el individuo elija. Por ejemplo, se plantea la selección entre dos rutas para cubrir un trayecto, cada una con su tiempo de viaje, su tasa de accidentes y su costo (peaje, combustible, mantenimiento, etc.). El individuo considera gestálticamente ambas alternativas y toma una decisión de compromiso en la que tolera por ejemplo un mayor costo a cambio de una menor tasa de accidentes, revelando de este modo algunos aspectos de sus preferencias. Las tareas de selección se suceden, en distintas condiciones, para obtener un conocimiento acabado de sus preferencias. Así, el individuo toma decisiones en condiciones similares a la realidad, sin ser obligado a incurrir en racionalizaciones analíticas artificiales, lo cual confiere al método un alto grado de fiabilidad. Otros experimentos pueden considerar el nivel de contaminación del aire o del agua, el silencio, la supervivencia de determinada especie biológica, etcétera.

Habitualmente, una de las características que definen las alternativas es un costo o ingreso, que opera como vehículo monetario para expresar las preferencias en dinero. Así se calcula la disposición a pagar (*willingness to pay* o WTP) por el tiempo de viaje, por el silencio, por la pureza del ambiente, o por la seguridad vial. A veces, cuando se trata de cuestiones delicadas, se evita la introducción de un vehículo monetario. Es el caso de los estudios risk-risk, cuyos resultados expresan el valor de un riesgo en términos de otro, como en Viscusi (2009) donde se determina que el valor del riesgo de vida por atentados terroristas duplica el valor del riesgo de vida por desastres naturales. También se pueden incluir políticas entre las características, de manera de medir la aceptación del público por diversas maneras de encarar el problema. Volviendo al ejemplo de las rutas, podrían incluirse entre las características la amplitud de carriles, el sistema de señalización, etc.

La diferencia con el método de valoración contingente radica en que los experimentos de selección permiten desagregar las preferencias en un conjunto de características que definen el estado ambiental, lo que permite medir el valor del impacto ambiental en distintas dimensiones, y además enriquecer el conocimiento con la evaluación de políticas.

La información generada en un experimento de selección se analiza mediante modelos de selección discreta (*discrete choice models*), que interpretan los patrones de decisión de los individuos mediante una formulación de utilidades aleatorias. Estos modelos fueron creados por Daniel Mc Fadden (1975) para resolver problemas de transporte. En la siguiente década comenzaron a aplicarse a problemas ambientales. Recientemente han recibido un fuerte impulso por la invención de nuevos métodos de estimación que, apoyados en la creciente capacidad computacional, permiten superar la complejidad de cálculo.⁵

La utilidad de cada alternativa se expresa en función del nivel de cada una de sus características (t : tiempo de viaje, a : tasa de accidentes, y c : costo) y de una componente aleatoria (ϵ) que explica el efecto de otras variables no consideradas en el experimento y eventuales imperfecciones en la racionalidad del individuo:

$$\tilde{U} = \beta_t \cdot t + \beta_a \cdot a + \beta_c \cdot c + \tilde{\epsilon}$$

Los coeficientes β miden la sensibilidad del individuo a cada una de las variables, es decir el valor, en términos de utilidad, de un minuto de viaje, un accidente por año, y un peso de costo. La función de utilidad no necesariamente tiene que ser lineal, sino que pueden aplicarse curvaturas para representar saturación o aceleración de efectos.

La teoría económica establece que el valor de, por ejemplo, la seguridad vial viene dado por la tasa marginal de sustitución de ingreso por cantidad de accidentes:

$$MRS_i = - \frac{\partial U / \partial a}{\partial U / \partial I} = \frac{\partial U / \partial a}{\partial U / \partial c}$$

Es decir, la disposición de cada individuo a pagar para que se produzca un accidente menos por año. Cuando la utilidad es función lineal de las

⁵ Los métodos de máxima verosimilitud simulada y de estimación bayesiana permiten resolver las integrales de elevada dimensión que requieren los modelos de selección discreta.

características, el cociente entre la sensibilidad al nivel de accidentes y la sensibilidad al costo mide esta disposición a pagar:

$$MRS = WTP = \frac{\beta_a}{\beta_c}$$

Agregando este valor a través de todos los individuos de la población se obtiene el valor que la sociedad le asigna a la seguridad vial.

La estimación del modelo, mediante los procedimientos estadísticos correspondientes, permite determinar las sensibilidades de modo que el modelo matemático pueda reproducir las decisiones de los individuos en cada tarea de selección. Un buen modelo matemático es capaz de reproducir la mayor parte de las decisiones. En este caso se ha logrado una comprensión cabal del proceso de decisión, y por lo tanto de la valoración de cada característica por parte de cada individuo.

Nótese que si una población tiene un miedo particular por los accidentes viales, esto redundará en una mayor sensibilidad a esa variable. De esta manera, los experimentos de selección miden no solo el “deber ser” puramente probabilístico, sino también el “ser percibido” por la gente.

Existe una amplia gama de modelos de selección discreta con diferentes propiedades, como el Multinomial Logit, el Nested Logit, el Mixed Logit, etc.⁶ Es trabajo del especialista determinar cuál es el modelo que mejor representa el comportamiento de los individuos en cada situación, es decir el que permite reproducir una mayor parte de las decisiones expresadas en el experimento de selección.

La implementación de modelos sobre preferencias declaradas permite trabajar con alternativas inexistentes pero potencialmente interesantes, ampliando el área de la Economía al campo experimental. Por ejemplo: nuevos estados de perfección o deterioro ambiental nunca alcanzados hasta el momento.

⁶ Nested Logit se utiliza cuando las alternativas no están uniformemente próximas; por ejemplo cuando se proponen dos alternativas hipotéticas más el statu quo. Mixed Logit es un modelo capaz de interpretar los patrones de decisión de cada individuo de la muestra en particular. Esta flexibilidad es muy apreciada en las aplicaciones, ya que permite identificar grupos sociales más sensibles al fenómeno estudiado.

Los métodos de preferencias declaradas son sensibles no solamente al valor de uso del bien ambiental, sino que también captan el valor pasivo. Por ejemplo, una persona puede desear que una ruta sea segura aunque no la piense utilizar.

Ejemplos de aplicación de experimentos de selección son: Adamowicz *et al.* (2000), o Rizzi y Ortúzar (2006).

3. CONCLUSIONES

Como queda de manifiesto en las secciones precedentes, la ciencia económica tiene un importante aporte para realizar en la cuestión ambiental. La economía ambiental ha desarrollado metodología para medir el valor subjetivo y social del impacto ambiental de manera cuantitativa precisa. Este aporte permite responder la pregunta planteada en la introducción: ¿Hasta qué punto es conveniente invertir para resolver un problema ambiental por encima de lo que un análisis costo-beneficio objetivo exige, con el propósito de evitar la proliferación del miedo en la sociedad? Esto remite a la cuestión de la subjetividad, pero no a la de los científicos que es materia de discusión entre positivistas y relativistas, sino a la de los miembros de la sociedad. Desestimando esta subjetividad se ignorarían las poderosas consecuencias sociales del miedo. El relativismo cultural da lugar ilimitado a la subjetividad, aceptando inversiones en exceso pero también en defecto de lo indicado por el análisis de costo-beneficio, quedando la decisión sujeta al debate salvaje, sin parámetros racionales. La economía ambiental aporta una medida del (dis) valor subjetivo del riesgo tecnológico, incluyendo los efectos del miedo en la sociedad, complementando el análisis de costo-beneficio. Es decir, permite valorar hasta qué punto la sociedad está dispuesta a invertir para eliminar o mitigar el riesgo tecnológico, considerando tanto los elementos objetivos como los subjetivos de los damnificados.

4. REFERENCIAS

- Adamowicz, W., P. Boxall, M. Williams y J. Louviere (2000): *American Journal of Agricultural Economics* (80), pp. 64-75.
- Baumol, W. J. y W. E. Oates (1988): *The theory of environmental policy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Carson, R. (1960): *Silent spring*, Boston, Houghton Mifflin.
- Clawson, M. (1959): *Methods of measuring the demand for and value of outdoor*

- recreation*, Washington DC, Resources for the Future.
- Commoner, B. (1966): *Science and survival*, Nueva York, Viking.
- Conte Grand, M. y M. Chidiak (2010): “Cambios potenciales en los usos recreativos de la costa del río Uruguay ante la instalación de la planta de celulosa Fray Bentos: Un ejercicio de valoración contingente”, Documento de trabajo, UCEMA.
- Conte Grand, M. y G. Coloma (2009): “Infraestructura de agua y saneamiento en la Argentina: Valuación de la mortalidad y la morbilidad por diarrea”, Cámara Argentina de la Construcción, Área de Planeamiento Estratégico.
- Freeman, A. M. (2003): *The measurement of environmental and resource values*, Washington DC, Resources for the Future.
- Harrington, W. y P. Portney (1987): “Valuing the benefits of health and safety regulation”, *Journal of Urban Economics*, 22, (1), pp. 101-112.
- Hotelling, H. (1949): “In an economic study of the monetary evaluation of recreation in the national parks”, *Letter to the National Park Service*, Washington DC.
- Kahneman, D. y A. Tversky (1979): “Prospect Theory: an analysis of decision under risk”, *Econometrica* (47), pp. 263-291.
- Kniesner, T. J. y J. D. Leeth (1991): “Compensating wage differentials for fatal injury risk in Australia, Japan and the United States”, *Journal of Risk and Uncertainty*, 4, (1), pp. 75-90.
- Louviere, J., D. Hensher y J. Swait (2000): *Stated choice methods: Analysis and applications*, Nueva York, Cambridge University Press.
- Mc. Fadden, D. (1975): *The measurement of urban travel demand*, Berkeley, University of California.
- Moore, M. J. y W. K. Viscusi (1988): “Doubling the estimated value of life: results using new occupational fatality data”, *Journal of Policy Analysis and Management*, 7, (3), pp. 476-490.
- Randall, A. (1994): “A difficulty with the travel cost method”, *Land Economics*, 70, (1), pp. 88-96.
- Rizzi, L. I. y J. D. Ortúzar (2006): “Estimating the willingness-to-pay for road safety improvements”, *Transport Reviews*, 26, (4), pp. 471-485.
- Rosen, S. (1974): “Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition”, *Journal of Political Economy*, 82, (1), pp. 34-55.
- Samuelson, P. A. (1954): “The pure theory of public expenditure”, *Review of Economics and Statistics*, 36, (4), pp. 387-389.
- Shrader-Frechette, K. S. (1991): *Risk and rationality. Philosophical foundations for populist reforms*, Oxford, University of California Press.

- Sunstein, C. R. (2002): *Risk and reason: Safety, law and the environment*, Cambridge University Press.
- Sunstein, C. R. y R. Zeckhauser (2008): “Overreaction to fearsome risks”, *The Irrational Economist*.
- Viscusi, K. W. (2009): “Valuing risks of death from terrorism and natural disasters”, documento de trabajo, Vanderbilt University, Law and Economics School.





El perfil del ingeniero desde la perspectiva de la teoría crítica de la tecnología

Sergio Mersé¹

RESUMEN

En la actualidad, coexisten diferentes formas de entender la tecnología y el proceso tecnológico. En tanto que la tecnología ocupa un lugar de relevancia en las sociedades actuales, las apreciaciones que se derivan de una u otra posición pueden diferir ampliamente en las formas y mecanismos de abordaje y, por ende, en sus consecuencias. Desde la Teoría Crítica de la Tecnología, Andrew Feenberg propone que el desarrollo tecnológico debería ser un proceso democrático, que permita la participación de los diversos actores involucrados. Considera incorporar a aquellos grupos que en muchos de los procesos de desarrollo que se llevan a cabo en el presente no participan en la etapa de diseño y que sufren sus impactos. Para que este proceso de democratización sea posible, los diferentes actores sociales deben estar preparados. El presente trabajo profundizará sobre el perfil del ingeniero emergente de la Teoría Crítica de la Tecnología y su contraste con el modelo propuesto en las carreras de ingeniería. Intentaré determinar de qué modo el perfil de ingeniero vigente puede contribuir a la implementación de procesos de democratización en el diseño tecnológico.

¹ Ingeniero electricista, Universidad Nacional de La Plata; maestrando en Ciencia, Tecnología y Sociedad, Universidad Nacional de Quilmes. sergio.merse@yahoo.com.ar

PALABRAS CLAVE

Enseñanza de la ingeniería, perfil del ingeniero, teoría crítica de la tecnología.

1. INTRODUCCIÓN: ¿QUÉ ESTAMOS HACIENDO?

José Mujica, presidente de la República Oriental del Uruguay, en la cumbre Río+20, se planteaba los siguientes interrogantes: ¿Estamos buscando el modelo de desarrollo y de consumo de las sociedades ricas? ¿Qué le pasaría a este planeta si los hindúes tuvieran la misma proporción de autos por familia que tienen los alemanes? (Mujica, 2013).

Son ideas que están encontrando un terreno fértil en diversos ámbitos y encierran una crítica al estilo de vida que desarrollan nuestras sociedades. En gran medida este estilo de vida propone el trabajo como medio de satisfacer un modelo de vida orientado a un consumo en muchos casos inducido, sin ofrecer un espacio a la reflexión y búsqueda de alternativas. Una consecuencia directa de esta actitud en nuestras sociedades industrializadas y de base tecnológica es una demanda creciente de agua, energía, alimentos, minerales, artefactos, sistemas etc., con marcados desbalances entre los que más tienen y los que menos tienen. Estamos educando a nuestros hijos y a las nuevas generaciones para entrar en el mercado del trabajo y en el mundo del consumo (Tula Molina, 2013: 64). Nuestras sociedades naturalizan la idea de consumo como necesidad, y la inercia de las prácticas de extracción, producción y comercialización, fuertemente arraigadas en nuestras actividades cotidianas. Se trata de problemas que no son sólo técnicos, sino que se asocian profundamente a las bases culturales y civilizatorias por medio de las cuales damos forma a nuestros deseos individuales y colectivos.

Entiendo, como lo destaca José Mujica en su discurso, que el desafío que enfrentamos hoy en lo que respecta al desarrollo, asume un carácter que excede lo tecnológico y económico, siendo de naturaleza política y cultural. Se trata de asumir una actitud crítica y de cambio frente a nuestra actual forma de vida. Atento a este desafío, y focalizado en la problemática y los aportes que la actividad de los ingenieros puede realizar al respecto, surgen los interrogantes que motivan este trabajo: ¿En qué medida un ingeniero en su actividad profesional, puede contribuir a una revisión de nuestra forma de vida? ¿Qué responsabilidad le cabe a un ingeniero

el estado actual de situación? ¿Qué debería tener en cuenta un ingeniero para tratar de dominar las fuerzas desatadas por el actual modelo de civilización? ¿En qué medida las prácticas de diseño de objetos y sistemas tecnológicos podrían promover este cambio cultural?

2. UNA ALTERNATIVA SUPERADORA: LA DEMOCRATIZACIÓN TECNOLÓGICA

La Teoría Crítica de la Tecnología de Andrew Feenberg propone una sociedad distinta a la modelada por el discurso dominante. El acento está puesto en el desarrollo personal y social, apartado del individualismo, que en forma muy genérica, caracterizan el esquema actual. En términos de Feenberg:

Una buena sociedad debería aumentar la libertad personal de sus miembros, permitiendo al mismo tiempo la participación efectiva en un rango cada vez mayor de actividades públicas. En su máximo nivel, la vida pública supone elegir lo que significa ser humano (Feenberg, 2012: 21).

El ejercicio de la libertad que cada sociedad permite a sus individuos se ve reflejado en el tipo, cantidad y calidad de decisiones que pueden tomar. La Teoría Crítica de la Tecnología reflexiona sobre la forma en que las sociedades actuales, basadas en un *código técnico* capitalista,² limitan a sus miembros en la toma de decisiones. Su crítica plantea que muchas de nuestras decisiones cotidianas tienen un sesgo eminentemente técnico, y su forma administrada y definida verticalmente limita el número de posibles opciones. Por el contrario, Feenberg propone la necesidad de abrir tal proceso de decisión a un conjunto más amplio de valores, mediante su democratización.³

Fernando Tula Molina distingue tres caminos posibles para avanzar hacia la democratización de la tecnología: el de la virtud, el de la responsabilidad y el de la ideología (Tula Molina, 2012). El de la virtud, propuesto

² El *código técnico* capitalista es un concepto constitutivo de la Teoría Crítica de la Tecnología.

³ Los ámbitos en donde se toman las decisiones que definen qué alternativas se desarrollan y cuáles no, en los procesos de diseño tecnológico, no siempre son accesibles democráticamente a los individuos que dicho desarrollo tecnológico afectará cuando sea aplicado. En definitiva, lo que Feenberg plantea es la democratización de los procesos de diseño tecnológico.

por Richard Sclove (1995), propone avanzar hacia un “proceso democrático de acciones conscientes” con relación a la innovación tecnológica, al que llama convivencial. El de la responsabilidad, introducido por Tula Molina (2006) a partir del “contexto de implicación”, cuyo foco está puesto en el involucramiento reflexivo sobre las consecuencias de nuestras propias prácticas sociotécnicas y de un modo de socialización centrado en el consumo. Finalmente, el de la ideología, a partir de la Teoría Crítica de la Tecnología de Andrew Feenberg, que aspira a democratizar las decisiones propias del *código técnico* capitalista, hacia uno alternativo con mayor contenido social y humano. En este artículo intentaré responder a los interrogantes planteados, en base a la Teoría Crítica de la Tecnología, y a algunos conceptos del “contexto de implicación”.

3. LA TECNOLOGÍA COMO FORMA DE PODER Y DE RESISTENCIA

La preponderancia que las decisiones con sesgo tecnológico tienen en las sociedades actuales permiten afirmar a Feenberg que “cuando la sociedad está organizada alrededor de la tecnología, el poder tecnológico es la forma principal de poder en la sociedad” (2012: 39). La Teoría Crítica establece un juego en donde interactúan el sujeto y el objeto de la acción tecnológica. El sujeto u “operador técnico” es, en forma genérica, el nivel de dirección en una estructura empresarial, el burócrata perteneciente a una estructura estatal o los agentes alineados a sus estrategias. Su objetivo es controlar y asegurar su hegemonía. Por otro lado, los objetos técnicos son los dispositivos o sistemas tecnológicos, los trabajadores que producen estos dispositivos y los usuarios. Allí donde el operador y el objeto de lo técnico son seres humanos, la acción técnica es un ejercicio de poder (Feenberg, 2005: 113). Los objetos técnicos, en el sentido amplio mencionado, reaccionan frente a la hegemonía del sujeto técnico, generando tensiones y conflictos propios de la adaptación de las tecnologías al medio social. Si el diseño tecnológico favorece la hegemonía del “operador técnico”, restringe la participación democrática de otros sujetos y objetos de lo técnico, y nos aleja del ideal de sociedad democrática planteada por la Teoría Crítica de la Tecnología.

Uno de los aspectos centrales de la teoría es cambiar el concepto de trabajo y de consumo dominantes, reducir la hegemonía del “opera-

dor técnico”. La sociedad debería organizarse con el fin de ampliar las libertades de los individuos y su bienestar en términos de calidad de vida. Rediseñar las relaciones laborales y de consumo mediadas por la técnica implica modificar estructuras sociales que sustentan esquemas de poder fuertemente arraigados.

La Teoría Crítica contempla una evolución con cambios graduales, transiciones desde el modelo social vigente, en un proceso de profundización de la democratización de la tecnología. El principal ámbito para este proceso de democratización son precisamente las “instituciones intermedias mediadas técnicamente”. En función de este proyecto de modificación institucional, se vuelve necesaria una consideración diferente de las instituciones educativas y de la capacitación de los individuos. Se debería modificar el actual concepto de “educación como inversión”, para considerarla como uno de los componentes del bienestar individual y un agente de cambio: “La educación debería ser *desacoplada* de las necesidades económicas, para tornarse la fuerza conductora en el cambio económico y social” (Feenberg, 2012: 241).

La Teoría Crítica de la Tecnología, plantea la posibilidad de transformar estructuralmente la tecnología vigente; es decir, modificar su *código técnico*. Este proceso se origina en la *resistencia* a la imposición de las estrategias de dominación por parte de los sujetos técnicos. En definitiva, este abordaje propone resolver democráticamente los conflictos sociales asociados a la dominación tecnológica.

Para enriquecer la perspectiva planteada por Feenberg, he utilizado los “contextos de implicación” de Tula Molina, quien plantea la necesidad de avanzar desde la mera responsabilidad tecnológica, hacia una responsabilidad plena en el uso y desarrollo de artefactos y sistemas tecnológicos. Como se ha señalado, la Teoría Crítica de la Tecnología no aborda adecuadamente el problema del cambio de actitud que requiere el diseño y las prácticas tecnológicas alternativas (Veack, 2006). El contexto de implicación se estructura bajo la pregunta ¿qué estamos haciendo?, en función de las consecuencias individuales y colectivas de nuestras prácticas tecnológicas. En tal sentido, su punto de partida es una crítica reflexiva que denomina “política interior” (Tula Molina, 2013: 73), base de nuestro posicionamiento frente a nosotros mismos, los demás y el medio ambiente. Esta dimensión puede considerarse como un modo de complementar la teoría de Feenberg.

4. ALGUNAS DEFINICIONES EN TORNO DE LA INGENIERÍA Y EL PERFIL DEL INGENIERO

Como hemos visto, la Teoría Crítica de la Tecnología considera que la democratización del desarrollo tecnológico debe ampliar la gama de intereses representados por los actores en la etapa de diseño. En los siguientes párrafos profundizaremos sobre el perfil de ingeniero emergente de la teoría crítica de la tecnología y su contraste con el modelo propuesto en las carreras de ingeniería. Intentaremos determinar de qué modo el perfil de ingeniero vigente contribuye a la implementación de procesos de democratización del diseño tecnológico.

Una definición actualizada de la ingeniería tiene la siguiente forma:

La carrera de ingeniería se define como el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base físico-matemática, que con la técnica y el arte analiza, crea y desarrolla sistemas y productos, procesos y obras físicas, mediante el empleo de la energía y materiales para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, preservando el medio ambiente (ARCU-SUR, 2009: 2.1.2).

Respecto del perfil del ingeniero, tenemos:

El perfil profesional del ingeniero debe comprender una sólida formación científico-técnica y profesional que lo capacite para absorber y desarrollar nuevas tecnologías, estimulando una actitud crítica y creativa en la identificación y resolución de problemas, considerando sus aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales, con visión ética y humanística, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad (ibíd.).

Debemos tener en cuenta que la etapa formativa que transcurre en el ámbito académico de la universidad es el inicio de la vida profesional de un ingeniero. En este sentido, se define el perfil del egresado de las carreras de ingeniería en tanto “características que se esperan del egresado de una carrera profesional en términos de los aprendizajes que deben ser logrados como resultado de todo el proceso guiado por el currículo” (CONFEDI, 2000: 162).

Por lo tanto, el contenido del perfil del ingeniero que nos proponemos caracterizar se identifica con el perfil del egresado y surge del currículo que guía el proceso de enseñanza de un estudiante de ingeniería:

A través de la definición del Perfil del Egresado se identifican los conocimientos, capacidades, habilidades, actitudes y valores que conforman las competencias prioritarias de la carrera. Dicho perfil se expresa en los procesos enseñanza-aprendizaje y en los objetivos que ha definido cada carrera. El perfil del egresado contempla la demanda social y la demanda explícita de competencias profesionales (ARCU-SUR, 2009: 2.1.2)

Vemos que el perfil del ingeniero se desarrolla en torno de las “competencias prioritarias de la carrera”. Una primera aproximación señala a las competencias compuestas por conocimientos, capacidades, habilidades, actitudes y valores. Perrenoud sostiene que, desde una perspectiva general, una competencia es:

una capacidad de actuar de manera eficaz en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en conocimientos, pero que no se reduce a ellos. [Ya que] requiere que usemos y asociemos varios recursos cognitivos complementarios (Perrenoud, 1999).

En el ámbito más específico del ingeniero:

Las competencias representan una combinación de atributos con respecto al conocer y comprender (conocimiento teórico de un campo académico); el saber cómo actuar (la aplicación práctica y operativa a base del conocimiento); y el saber cómo ser (valores como parte integrante de la forma de percibir a los otros y vivir en un contexto) (Beintone *et al.*, 2007: 25).

Para caracterizar y poder comparar el perfil del ingeniero propuesto por la teoría crítica y el que encontramos vigente hoy, utilizaré el criterio de las competencias prioritarias, que es con el cual se desarrollan las currículas de los programas de las carreras de ingeniería.

5. CARACTERIZACIÓN DEL PERFIL DEL INGENIERO EN TÉRMINOS DE LA TEORÍA CRÍTICA DE LA TECNOLOGÍA

A partir de lo anterior, caracterizaré el perfil del ingeniero, desde la Teoría Crítica de la Tecnología, en base a las siguientes competencias prioritarias:

- Que estén preparados para propiciar el proceso de democratización tecnológica, proponiendo soluciones en una interacción de tipo horizontal con los diferentes actores participantes del diseño tecnológico. El tipo de acción que Feenberg propone para la implementación de

alternativas en los procesos de diseño tecnológico es de tipo social. Por lo tanto, el cambio no debe basarse en las propuestas de las cúpulas de estructuras políticas sino en la interacción de tipo horizontal de los diferentes actores participantes del diseño tecnológico (Feenberg, 2012: 103).

- Que tengan la capacidad de desarrollar estrategias de diseño flexible, sensibles a condicionamientos del entorno social. Se entiende por estrategias de diseño flexible, aquellas que generan objetos o sistemas que sean susceptibles de ser modificados una vez desarrollados. Por ejemplo, en el caso de software, que sus códigos sean abiertos.
- Que puedan desarrollar diseños considerando la reducción de la libertad operacional de los sujetos técnicos y la ampliación del margen de maniobra de los usuarios y trabajadores. Feenberg desarrolla el concepto de “autonomía operacional” como un poder discrecional que el operador o sujeto técnico tiene sobre el uso de la tecnología, y utiliza este poder en su propio beneficio (ibíd.: 125). Como contrapartida de la “autonomía operacional”, los objetos de lo técnico (usuarios y trabajadores) disponen de un tipo diferente de autonomía reactiva, que Feenberg denomina “margen de maniobra” (Ibíd.: 139).
- Que sean críticos al “diseño centrado en el sistema”, teniendo en cuenta los intereses del entorno natural, social y laboral: medio ambiente, trabajadores y usuarios. Feenberg destaca la gran capacidad del esquema vigente para sistematizar objetos, esto es, desarrollar la posibilidad de interacción entre los objetos tecnológicos formando grandes sistemas. En este contexto, una de las principales actividades del diseño en ingeniería es permitir la interconexión de un tipo de dispositivo con otros. Denomina a esta característica “diseño centrado en el sistema” (ibíd.: 154).
- Que estén en condiciones de actuar en instituciones intermedias para participar en los procesos de elaboración de códigos técnicos y favorecer su democratización. El patrón de progreso tecnológico planteado por la Teoría Crítica de la Tecnología puede alcanzarse mediante la democratización de las instituciones intermedias mediadas técnicamente. En este sentido considero las instituciones intermedias como aquellas que utilizan un portfolio de técnicas, sistemas y herramientas tecnológicas, ya sea internamente o en su relación con el entorno.

Algunos ejemplos de este tipo de instituciones son: educativas (universidades, colegios, etc.); instituciones gubernamentales de desarrollo de tecnologías (INTI, INTA); ONG, agencias y comités de regulación y control de: toxicidad, energía, pautas de industrialización, protocolos farmacológicos, normas de fabricación, transporte, envasado, instalación, diseño del espacio público y privado (IRAM, AEA, Anmat), etcétera.

- Que puedan desarrollar procesos de diseño de artefactos y sistemas tecnológicos en términos de instrumentalización primaria y secundaria, contemplando restricciones técnicas, económicas, ambientales y sociales.⁴
- Que puedan identificar y asumir las responsabilidades en torno a las consecuencias del uso del objeto o sistema tecnológico en el proceso de diseño, tanto en términos de “responsabilidad técnica”, como de “responsabilidad plena”.⁵
- Que puedan modificar democráticamente los códigos técnicos, ampliando el esquema de restricciones técnicas, económicas, ambientales y sociales. Los ingenieros están acostumbrados a atender a restricciones que tengan que ver con rendimientos energéticos, impacto ambiental y relaciones costo-beneficio, pero les resulta mucho más difícil establecer restricciones con relación, por ejemplo, a la equidad social, la diversidad cultural, aspectos estéticos, etcétera.

⁴ Feenberg establece un proceso en el diseño tecnológico dividido en dos niveles: la “instrumentalización primaria” y la “instrumentalización secundaria”. Propone que la tecnología debe ser analizada en estos dos niveles: el de nuestra original relación funcional con la realidad, en la instrumentalización primaria, y el del diseño e implementación, en la instrumentalización secundaria, considerando que en ambos niveles intervienen cuestiones objetivas y subjetivas. En el primer nivel se buscan “oportunidades de utilidad” arrancando elementos de su contexto original para ser reducidos a sus propiedades utilizables y sometidos a análisis y manipulación. En el segundo nivel se emplean estos elementos en diseños nuevos o se los integra con otros ya existentes de acuerdo a diversas constricciones y preferencias sociales (Feenberg, 2012: 272).

⁵ Tula Molina considera que el desarrollo de la actividad de diseño tecnológico involucra dos tipos de riesgos: riesgo material y riesgo social (Tula Molina, 2013: 78).

- Que puedan realizar el proceso de descontextualización, considerando el entorno en forma amplia.⁶
- Que en el proceso de reducción, puedan ampliar el espectro de cualidades primarias, a aquellas que se definan en forma democrática entre capitalistas, trabajadores y usuarios.⁷
- Que les permita encarar diseños tecnológicos con alternativas a la producción seriada vigente, que en el proceso de mediación incorporen valores éticos y estéticos.
- Que posean capacidad para la implicación activa como ciudadanos en los asuntos públicos relacionados con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

6. CONTEXTO HISTÓRICO EN EL DESARROLLO DEL PERFIL DEL INGENIERO

Durante la década de los noventa, se sancionaron una serie de leyes y normativas que generaron cambios estructurales en el sistema educativo Argentino en general. En 1993, se sancionó la Ley Federal de Educación (LFE), y en 1995 la Ley 24.521, conocida como Ley de Educación Superior (LES) (Marquina, 2004: 5). La LES, creó La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), que es un organismo descentralizado que actúa en jurisdicción del Ministerio de Educación de la Nación (ME) y que comenzó a funcionar en agosto de 1996. Su funcionamiento satisface la necesidad de dar “fe pública” de la calidad de las instituciones universitarias, de los proyectos institucionales y de los programas académicos y científicos que implementan.

En el marco de la discusión y sanción de la LES, se desarrolló el Proceso de Acreditación de Carreras de Ingeniería, que enmarcó el debate sobre

⁶ El proceso de “instrumentalización primaria” se compone de cuatro momentos de reificación de la práctica técnica, que encuentran un paralelismo con cuatro momentos integradores compensatorios, que componen la “instrumentalización secundaria”. Los pares de momentos integradores son Descontextualización – Sistematización; Reducción – Mediación; Autonomización – Vocación; Posicionamiento – Iniciativa. (Feenberg, 2012: 276 y ss.)

⁷ Véase Feenberg, 2012: 279.

el perfil del ingeniero, llegando a sólidos acuerdos en el ámbito de las facultades de ingeniería sobre el currículum formativo: una fuerte formación en ciencias básicas, preferentemente común a todas las especialidades, y, en los ciclos superiores, la adquisición de los conocimientos en tecnologías básicas y aplicadas (Moler, 2006: 14). Esto condujo a una gradual adaptación de las currículas a las exigencias del Proceso de Acreditación de Carreras.

El proceso de acreditación se basa en una evaluación externa de las instituciones universitarias, centrada en el análisis de las dimensiones y logros de sus proyectos desde la perspectiva de su misión. La Ley prevé que las instituciones universitarias sean evaluadas externamente como mínimo cada seis años. Tales evaluaciones se llevan a cabo en el marco de los objetivos definidos por cada institución (Geneyro *et al.*, 2011: 25). Los informes finales de la evaluación externa de CONEAU se realizan sobre la base del informe que elabora el Comité de Pares Evaluadores.⁸ Para el año 2010, 70 instituciones universitarias habían realizado un primer proceso de evaluación sobre un total de 93 con un mínimo de seis años de funcionamiento, que es la condición establecida para realizar la evaluación externa. Cabe destacar que la UBA (Universidad Nacional de Buenos Aires) no había puesto en marcha un proceso de evaluación institucional.

Emilce Moler (2006) menciona una serie de “temas ausentes” de los procesos de acreditación de carreras. Destaca que si bien las prácticas profesionales contemplan el desarrollo de proyectos finales integradores, pasantías etc., un estudiante de ingeniería no recibe conocimientos básicos para abordar actividades de investigación ni desarrollo tecnológico, como nociones elementales de epistemología, metodología de las ciencias, formulación de hipótesis, etc. Señala que:

la ausencia de estos temas es absoluta: no figuran en los estándares, no figuran en las recomendaciones, no figuran en las reuniones plenarias, no figuran en los contenidos mínimos ni en los complementarios.

⁸ La puesta en marcha de esta función requirió crear consensos con los organismos coordinadores del sistema (Consejo Interuniversitario Nacional-Consejo Regional de Universidades Privadas) respecto del marco que pautara los procedimientos y el enfoque que tendrían las evaluaciones institucionales. Se estableció una normativa para la evaluación institucional, y se emitieron los “Lineamientos para la Evaluación Institucional” (Resolución CONEAU 94/97), que establece las condiciones básicas que debe cumplir la autoevaluación y la evaluación externa, y la Resolución CONEAU 315/00 que contiene orientaciones para la redacción del informe final. Las primeras evaluaciones externas se realizaron en 1998 (Geneyro *et al.*, 2011: 26).

No analizan con profundidad disquisiciones teóricas sobre diferencias entre ciencia y tecnología, sus diferentes objetivos, sus diferentes parámetros de evaluación, metodologías, referentes, alcances y criterios de demarcación, hacen que muchas veces quienes estén discutiendo sobre si se trabajará en actividades de investigación o se realizarán desarrollos tecnológicos incurran en importantes confusiones (Moler, 2006: 25).

Destaca la ausencia de debates ideológicos subyacentes en la vida universitaria en el ámbito nacional y de las actividades de las carreras de Ingeniería, en particular. Se pregunta:

¿Quién se va hacer cargo en las carreras de Ingeniería de revertir la falta de compromiso social que, en general, un estudiante de ingeniería manifiesta?

Es deseable que los futuros ingenieros transfieran sus conocimientos científicos para resolver las principales problemáticas que atraviesa nuestra sociedad como son el desempleo, la exclusión y las crisis educativas y de salud (ibíd.: 45).

Tanto en la propuesta de la Resolución 1232/01 del Ministerio de Educación,⁹ como en el contenido de carreras propuesto por ARCUSUR,¹⁰ no se hace mención a cómo considerar la tecnología ni el diseño tecnológico.

Complementando los procesos de acreditación a nivel nacional, comienzan a generarse procesos de acreditación regionales. Desde el año 2006

⁹ La Resolución 1232/01, del Ministerio de Educación de la Nación, de 20 de diciembre de 2001, se promulga de acuerdo a lo dispuesto por los artículos 43 y 46 inciso b) de la LES N° 24.521 y el Acuerdo Plenario N°13 del CONSEJO DE UNIVERSIDADES de fecha 14 de noviembre de 2011. Declara incluidos en la nómina del artículo 43 de la LES, a los siguientes títulos: Ingeniero Aeronáutico; Ingeniero en Alimentos; Ingeniero Ambiental; Ingeniero Civil; Ingeniero Electricista; Ingeniero Electromecánico; Ingeniero Electrónico; Ingeniero en Materiales; Ingeniero Mecánico; Ingeniero en Minas; Ingeniero Nuclear; Ingeniero en Petróleo, e Ingeniero Químico, como mencionamos anteriormente. Determina los contenidos curriculares básicos, la carga horaria mínima, los criterios de intensidad de la formación práctica y los estándares para la acreditación de las carreras correspondientes a los títulos consignados.

¹⁰ ARCU-SUR propone el desarrollo de competencias básicas y específicas, definidas como un conjunto de conocimientos, capacidades, habilidades, actitudes y valores, mediante cursos o módulos educativos coherentes y ordenados en forma secuencial, sin profundizar sobre el concepto. El proyecto divide a los contenidos de las carreras en forma similar a la resolución 1232/01, en cuatro áreas de conocimiento: 1.a) Ciencias Básicas y Matemáticas; 1.b) Ciencias de la Ingeniería; 1.c) Ingeniería Aplicada, 1.d) Contenidos Complementarios (ARCUSUR, 2009: 2.1.6).

se desarrolla el proyecto “Sistema Regional de Acreditación de Carreras Universitarias del Mercosur (Sistema ARCUSUR)”, en el marco de la Red de Agencias Nacionales de Acreditación (RANA) (Geneyro *et al.*, 2011: 67). Si bien este sistema está en proceso de evaluación, resume la experiencia regional referente a la acreditación de carreras, por lo que ha sido tomado como fuente de referencia en este trabajo.

7. CONCLUSIONES

En base a las características que tuvo el proceso de promulgación de la LES, lo establecido en la resolución 1232/01 del Ministerio de Educación de la Nación y la propuesta ARCUSUR, he caracterizado el perfil de ingeniero de carácter general que se establece en ellas, profundizando en las capacidades relativas a la teoría crítica de la tecnología. De este análisis surge lo siguiente:

- Los contenidos humanísticos en la formación del ingeniero, si bien están presentes, lo están en forma marginal y disociados del resto de las materias. La currícula establece una correlación entre los grupos de Ciencias Básicas, Tecnologías Básicas y Tecnología Aplicada, pero no con las del grupo Complementario, que contiene las asignaturas humanísticas. La estructura curricular facilita la fragmentación de los conocimientos, lo que refuerza la disociación de las materias de carácter humanístico con el resto de la currícula.
- Se observa en los egresados de las carreras de ingeniería falta de sensibilidad social, salvo casos particulares que dependen del interés individual.
- Se profundiza sobre el espíritu crítico de índole técnica, mientras que el espíritu crítico de índole social y política, queda librado al interés individual.
- No se capacita a los ingenieros para interactuar con aquellos que no poseen conocimiento experto.
- La falta de especificidad en lo que respecta a las materias de carácter general, en aspectos éticos, estéticos y morales, trasluce una mirada en donde la tecnología es neutral y depende de cómo se la aplica. Por lo que las currículas potencian una perspectiva instrumentalista de la tecnología.
- El diseño no se aborda en forma integral.

El sesgo instrumentalista que existe en el entorno de las facultades de ingeniería no brinda un terreno fértil al desarrollo de criterios para incorporar restricciones sociales a los procesos de diseño de artefactos o sistemas. Esto explica, al menos en parte, por qué los contenidos humanísticos no son tenidos en cuenta en las asignaturas de los ciclos superiores. Este contexto, sumado a un perfil del estudiante de ingeniería pragmático y orientado a cuestiones técnicas, favorece la formación de ingenieros poco proclives a interesarse por los saberes sociales.

Concluyo que si bien en el las currículas de las carreras de ingeniería se han incluido saberes humanísticos, esto no ha generado en el perfil del ingeniero, capacidades en un grado tal que, salvo inquietudes personales, permitan formar ingenieros críticos y responsables, en los términos indicados en la primera parte de este trabajo.¹¹

9. REFERENCIAS

- ARCU-SUR (2009): “Mercosur Educativo Dimensiones, Componentes, Criterios e Indicadores para la Acreditación”, Ingeniería: 2.1.2.
- Beinetone, P. et al. (2007): *Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en América Latina, Informe Final – Proyecto Tuning – América Latina 2004 – 2007*, Bilbao, Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- CONFEDI (2000): “Manual de acreditación para carreras de ingeniería en la República Argentina año 2000”, Manual Verde, Buenos Aires.
- Feenberg A., (2005): “Teoría Crítica de la Tecnología”, en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2, (5).
- Feenberg A., (2012), *Transformar la tecnología*, Universidad de Quilmes, Bernal.
- Geneyro, J. C., N. Rovegno y G. Chidichimo (2011): *Avances de Gestión desde la Evaluación Institucional 2008- 2011*, Buenos Aires, CONEAU.
- Marquina, M. (2004): *Panorama de las titulaciones en el sistema de educación superior Argentino: aportes para un estudio comparado*, Buenos Aires, CONEAU.
- Moler, E. (2006): *Procesos de acreditación en las carreras de Ingeniería: ¿Mejoramiento en la calidad o adaptación a las normativas?*, Buenos Aires, CONEAU.

¹¹ Estas conclusiones se han contrastado con una serie de entrevistas desarrolladas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, las que se detallarán en un próximo trabajo, y que en líneas generales validan los conceptos teóricos aquí elaborados.

- Mujica, J. (2013): “Discurso de Pepe Mujica en Rio +20”, *Revista Realidad Económica*, Buenos Aires, IAE, 89.
- Perronoud, P. (1999): *Construir competencia desde la escuela*, Santiago de Chile, Dolmen Ediciones.
- Resolución 1232/01 de Ministerio de Educación de la Nación, Buenos Aires.
- Sclove, R. (1995): *Democracy and technology*, Nueva York, Guilford.
- Tula Molina, F., (2006): “El contexto de implicación: capacidad tecnológica y valores sociales”, *ScientiStudia*, 4, (3), San Pablo.
- Tula Molina, F., (2012) “La democratización tecnológica: tres caminos convergentes”, Presentado en el congreso *Desarrollo científico, nuevas tecnologías e Estado: Desafíos e posibilidades frente a nanotecnologías*.
- Tula Molina F., (2013): “El riesgo de que todo funcione”, en F. Tula Molina y A. M. Vara (comps.): *Riesgo, política y alternativas tecnológicas, entre la regulación y la discusión pública*, Buenos Aires, Prometeo.
- Veack T. (2006): *Democratizing technology: Andrews Feembergs’s critical theory of technolog*, Nueva York, State University of New York.





¿Cómo influye la ingeniería industrial en la sociedad? La orientación prioritaria

Jorge Iván Pérez Rave¹

RESUMEN

El objetivo del presente ensayo es compartir una breve reflexión sobre cómo influye la ingeniería industrial (IIN) en la sociedad. Los aportes parten de considerar el objeto tradicional de la IIN y cinco premisas más relacionadas con tal disciplina. Con apoyo en la lógica y el pensamiento sistémico se fija una posición personal, enmarcada en algo expuesto como la orientación prioritaria. Se busca motivar el análisis y la discusión sobre el tema, desde la integralidad a la que llama la moderna ingeniería industrial.

PALABRAS CLAVE

Enseñanza de la ingeniería, ingeniería industrial, ingeniería y sociedad.

¹ Grupo de Investigación Gestión de la Calidad, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, jorge.perez@udea.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

En el acercamiento hacia tal cuestionamiento, lo primero en surgir fueron las varias intervenciones empresariales en las que se ha tenido la oportunidad de participar. Los recuerdos incluyeron trabajadores satisfechos por la implementación de 5S, clientes conformes por la mejora de la calidad del servicio, dirigentes recibiendo información clave y oportuna para el proceso racional de toma de decisiones, simulaciones de líneas de ensamble que culminaron en incrementos de productividad, proveedores satisfechos por el diseño de nuevos procesos de recuperación de desperdicios, colaboradores operativos motivados por la instauración de sistemas de ideas y sugerencias, jefes de calidad comprometidos por la transferencia de saberes sobre análisis de causa raíz, disminución de muda de transporte por eficientes distribuciones de planta, noveles paradigmas de producción para evitar pasar a un segundo turno, así como nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje desde la docencia y la extensión, entre otras experiencias propias del quehacer de la Ingeniería Industrial.

A pesar de los agradables recuerdos, que ansiosos esperaban por llenar las venideras páginas, no lograban representar la abstracción profunda que se tenía la intención de vivir, pues no se había dedicado antes horas suficientes a tan interesante cuestión; al llegar el tiempo creativo y sin dar por terminada la compleja reflexión, comenzaron a surgir ideas, y mientras más letras tomaban más desvanecían aquellos recuerdos deseosos de resurgir. Sin duda, falta mucho por hacer, pero aún más por comenzar a *ser*, fue entonces esa la inicial lección, transmitida por la aún corta reflexión.

Así, se fijó como objetivo del presente ensayo compartir reflexiones sobre cómo influye la ingeniería industrial (IIN) en la sociedad; retrata la opinión del autor, que busca motivar el análisis y la discusión desde la integralidad a la que llama la moderna ingeniería industrial.

2. DESARROLLO

Para comenzar la exposición de posibles respuestas a tal propósito, se ha considerado necesario partir del objeto tradicional de la IIN, y de un marco adicional de premisas relacionadas con tal disciplina, algunas datan de la era de la administración científica, en tanto que otras se atribuyen a la moderna sociedad. Las siguientes sirven de referente de partida:

- P1. El objeto de la IIN son los Sistemas de Producción de Bienes y Servicios (SPBS).²
- P2. El enfoque de producción Pull (halar) arroja mejores niveles de desempeño en comparación con el Push (empujar) (Onan y Senaroglu, 2009; Pérez, Morales y Pineda, 2010).
- P3. La organización excelente presenta un equilibrio superior en la satisfacción de las necesidades de sus grupos de interés: clientes, empleados, accionistas, proveedores y resto de la sociedad (EFQM, 2010).
- P4. La empresa es una organización inteligente, llamada a la búsqueda de la excelencia, que surge desde, por y para la sociedad (Senge, 2005).
- P5. La mejora continua no es un evento, ni un programa, ni un proyecto, es algo de todos los días, a lo largo de la vida (Imai, 2005).
- P6. La gestión de operaciones, la logística y la calidad son áreas de intervención de la IIN.³

Considerando la primera premisa (P1), vale analizar su relación con las demás. Partiendo de la segunda (P2) y haciendo un símil con un proceso productivo, el hecho de considerar el objeto de la IIN como “los sistemas de producción de bienes y servicios” puede denotar cierta orientación hacia el “productor” (*Push*), en lugar de hacia los grupos de interés (*Pull*); esto, desde un punto de vista práctico, puede llevar a que no necesariamente lo que se requiere se proporcione.

² “diseñar, establecer y mantener los sistemas administrativos para una eficiente operación” (Hodson, 1996; citado en Rojas, 2010: 3); “improving productivity and services operation, reducing cost, maintaining quality and ensuring safety, and that keeps the whole systems” (Luo y Zhu, 2003; citado en Qingguo *et al.*, 2012: 151). “El objetivo de la ingeniería industrial se relaciona con la optimización de los sistemas donde concurren recursos materiales, financieros, informáticos que interactúan con el hombre; esto es, se trata de lograr el mejor uso de los recursos materiales, humanos e informáticos” (Sillero, 2011: 2). “Ingeniería Industrial se concierne con el diseño, mejora, e instalación de sistemas integrados por personas, material, información, equipo y energía. Utiliza conceptos de las áreas de Matemáticas, Física, Ciencias Sociales, e Ingeniería para evaluar y predecir el comportamiento de tales sistemas” (IIE, 2013).

³ Departamento de Ingeniería Industrial de la UdeA: Misión: “para hacer más productivas y competitivas a las organizaciones nacionales, en lo referente a gestión de operaciones, logística y calidad”. Visión: “particularmente en la gestión de operaciones, la logística y la calidad”. Fuente: <http://www.udea.edu.co/>

Alguien podría argumentar que en el citado objeto de la IIN está implícita la satisfacción de los grupos de interés, puesto que forman parte de tal sistema; sin éstos no habría necesidades por satisfacer y, en consecuencia, tampoco productos/servicios que elaborar (o prestar), ni mucho menos procesos que los materialicen, dando con todo ello a entender que lo uno implica necesariamente lo otro.

Para explorar lo anterior, entiéndase orientación prioritaria como el ideal de máxima que tiene todo ser humano al ejercer su quehacer ocupacional. Recurriendo a las premisas P1 (objeto de la IIN) y P6 (áreas de la IIN), es válido expresar que:

Todos los ingenieros industriales (A).

Intervienen en los sistemas de producción de bienes y servicios (SPBS) en áreas como gestión de operaciones, logística o calidad (B).

Y adicionando el supuesto que se quiere explorar:

La intervención (diseñar/implementar/mejorar) de los SPBS en áreas como gestión de operaciones, logística o calidad (B).

Implica que:

Satisfacer las necesidades de los grupos de interés es la orientación prioritaria (C).

Llevando a concluir que:

En todo ingeniero industrial (A), satisfacer las necesidades de los grupos de interés es la orientación prioritaria (C).

Sin embargo, por condición natural, es válido aceptar que no todos los seres humanos tienen el mismo ideal de máxima, lo que lleva a concluir que no todos los ingenieros industriales tienen C como orientación prioritaria, contradiciendo la anterior afirmación.

Complementando lo anterior con elementos complejos, propios de la condición humana (interacciones, subjetividad, modelos mentales, etc.), vale formular el siguiente cuestionamiento:

¿Se obtendrá el mismo resultado bajo el futuro titulado que durante cinco o seis años escucha, lee y modela que su orientación prioritaria es “inter-

venir los sistemas de producción de bienes y servicios”, en comparación con aquel que durante el mismo tiempo escucha, lee y modela que su orientación prioritaria es “satisfacer las necesidades de los grupos de interés de la empresa”?

Una pregunta compleja y quizás interesante, que podría, tal vez, ayudar a comprender el por qué de las corrientes emergentes de la “moderna ingeniería industrial”, entre ellas, la “ingeniería neuro-industrial” (Qingguo *et al.*, 2012) y las premisas “excelencia empresarial” (P3) y “organización que aprende desde, por y para la sociedad” (P4).

Para centrar en este segundo interrogante, considere un determinado ingeniero industrial. Véase ahora la figura 1, que en la parte superior refleja la orientación prioritaria que dicho ingeniero tiene posicionada en su mente, la cual consiste en el equilibrio superior en cuanto a la satisfacción de las necesidades de los grupos de interés (P3).

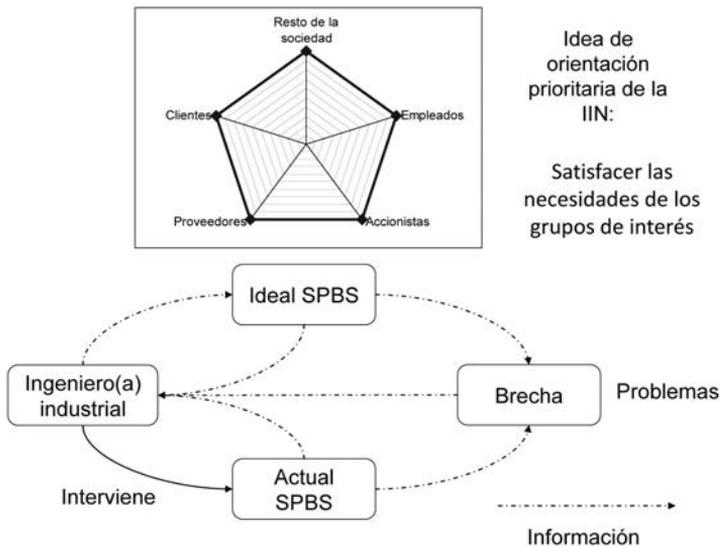


Figura 1. Actuar del ingeniero industrial partiendo de la orientación prioritaria de “equilibrio superior”. Fuente: elaboración propia

A partir de dicho referente ideal, que por la condición humana es probable que no se llegue a materializar, pues es alusivo a la perfección, el ingeniero industrial diseñará, implementará y mejorará los actuales siste-

mas de producción de bienes y servicios (SPBS) en áreas como gestión de operaciones, logística o calidad; luego de comparar la situación actual y el referente ideal recibirá retroalimentación sobre las brechas, que a su vez se constituirán en nuevos retos por superar. Esto, otra vez, le conducirá a intervenir el sistema de producción en busca del referente ideal, y así sucesivamente entrará en un interminable ciclo, propio de la premisa de mejora continua a lo largo de la vida (P5) (Imai, 2005), precisamente por la concepción de perfección, de integralidad, de plenitud que desde el inicio ha adoptado como orientación prioritaria de la IIN.

Pero, si tal ideal de orientación prioritaria (equilibrio superior) no se posiciona en la mente del futuro titulado como algo desde, por y para los grupos de interés, sino fragmentado, entonces, de nuevo, se corre el riesgo de que el ingeniero industrial se incline forzosamente hacia algunas “caras” del sistema, quizá perjudicando, con o sin saberlo, notablemente a las demás, como se ilustra en la figura 2.

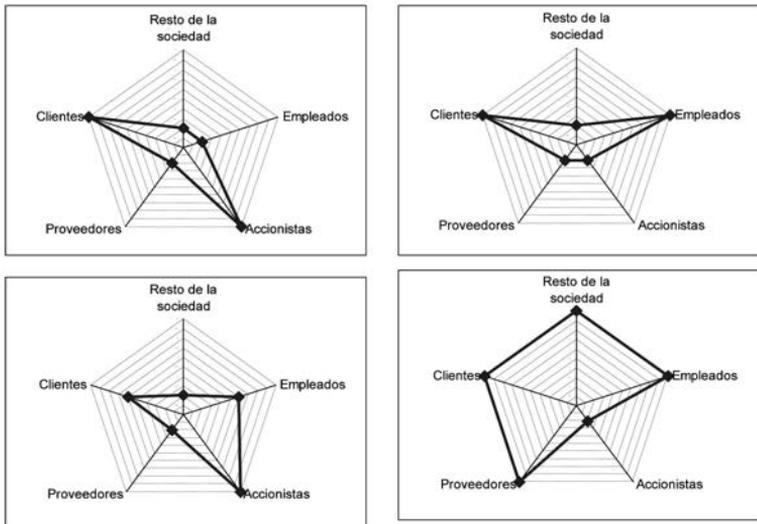


Figura 2. Cuatro de los varios escenarios posibles de orientación prioritaria inclinados hacia algunos de los grupos de interés. Fuente: elaboración propia

Mas tarde que temprano estos escenarios, situados inicialmente en el modelo mental del futuro titulado, aunque son viables de lograr en comparación con el abstracto “equilibrio superior” (véase figura 1), es posible que generen efectos desfavorables en la sociedad en su conjunto, a la que también se debe la IIN.

Ante lo expuesto, al considerar el “equilibrio superior” en los grupos de interés de la empresa, como la orientación prioritaria de la IIN (ideal de máxima), no es esforzado proponer una primera respuesta al interrogante que motivó el presente ensayo:

¿Cómo influye la ingeniería industrial en la sociedad?

Respuesta inicial:

Satisfaciendo las necesidades de los grupos de interés mediante la intervención de los SPBS en áreas como gestión de operaciones, logística o calidad.

Esta posible respuesta permite ubicar los modos de intervención de la IIN, con base en las nombradas “caras del sistema”. Entonces, la pregunta que surge ahora es ¿Cómo impacta la IIN a clientes, empleados, accionistas, proveedores y resto de la sociedad?, y para ello es preciso partir del reconocimiento de las necesidades actuales y futuras, esperadas e inesperadas, individuales y colectivas, las cuales es factible entender bajo las múltiples y complejas dimensiones del ser humano.

Bajo esa perspectiva, es preciso reconocer a cada uno de los grupos de interés como seres con necesidades que van más allá de las “caras” que adopten ante el sistema de producción de bienes y servicios. Por ejemplo, se trata de un cliente para tal sistema, pero a su vez, puede ser padre/madre, hijo(a), ciudadano, inversionista, empleado(a), dirigente, un ser con rasgos de grupo, pero a su vez netamente diferenciado, un ser espiritual, una parte del entorno y a su vez indivisible de él (naturaleza), entre muchas otras facetas. Es así que, bien se encuentre en el proceso de producción, en la oficina gerencial, en la vitrina de venta, o en otros escenarios de interacción, la IIN tendrá como ideal de máxima satisfacer necesidades de ese individuo o grupo social, interviniendo los SPBS en áreas como gestión de operaciones, logística o calidad, haciendo lo que hoy sabe hacer, pero además, descubriendo, preparándose y adaptándose para lo que aún no sabe hacer.

Enfatizando, por ejemplo, en el empleado operativo que ejecuta la labor de ensamble en un puesto de trabajo de una pequeña empresa, la IIN está llamada a satisfacer necesidades del mismo, interviniendo los sistemas de producción de bienes y servicios; pero para ello es preciso que la IIN considere a dicho empleado desde una concepción integral, en la que, como se nombró, no sólo es operador, sino también ciudadano, padre/madre,

hijo(a), esposo(a), con necesidades de autorrealización y único como individuo, entre otras innumerables “caras” que asume en la sociedad.

Ello permite entender la necesidad constante a la que llaman los modelos de excelencia, de alinear los intereses estratégicos con los del colaborador (EFQM, 2010), así como también, por ejemplo, el reto de trascender desde la ergonomía hasta la neuro-ergonomía, y más aún, considerar la ingeniería neuro-industrial, que procura comprender al empleado y a otros actores desde la misma esencia cerebral, antes que limitarse a sus comportamientos, en favor de prevenir equivocaciones, fallos, diseñar procesos eficientes, incrementar la seguridad del entorno, comprender y agregar valor al consumidor, entre otras situaciones de intervención de la IIN.

Del mismo modo aplica con relación a P4, alusiva a la organización que aprende, que considera las complejidades humanas y no tiene límites para el aprendizaje; aquella donde el valor de la organización es más que la sumatoria de recursos y talento humano, que crea sinergias y produce explosiones de creatividad recurriendo a intervenciones tipo palanca; para la que, en pocas palabras, es simple de reproducir el *qué* bajo estándares que se copian como modas que vienen y van, pero para la cual no es posible imitar el *cómo*, puesto que se constituye en su identidad personal.

3. CONCLUSIÓN

Retomando entonces la pregunta inicial, para cerrar con la necesaria conclusión general, el interrogante planteado, ¿cómo influye la ingeniería industrial en la sociedad?, no tiene vías categóricas preestablecidas, no es blanco ni negro, tampoco es 1 o 2, mucho menos es “sí” o “no”; es tan simple como “depende”; depende de la orientación prioritaria a la que decida reconocer, fijar y ser fiel el ingeniero industrial. Sin embargo, mientras tal ideal más se aparte del equilibrio superior en los grupos de interés, serán cada vez menos los favorablemente impactados con el quehacer ocupacional; los otros alertarán, unos más emitirán voces silenciosas y los demás quizá nunca se conocerán, pero al final, es posible que las leyes de la quinta disciplina de nuevo hagan presencia, siendo la cura quizá peor que la enfermedad. Es allí donde cobra importancia una preparación de los futuros titulados, cada vez más enfocada en el equilibrio superior entre lo actitudinal, lo conceptual y lo procedimental, entre la visión analítica y la holística, entre el pensamiento duro y el blando, entre

el desarrollo del hemisferio izquierdo y el derecho. Todo ello enmarcado en la búsqueda incesante de la “Solución óptima sistémica” (Pérez, 2011); aquella que debido a las complejidades multidimensionales y la misma condición humana no se alcanzará, pero que por el simple hecho de reconocerla como orientación prioritaria, puede llevar a que las acciones por implementar se acerquen a ella. Como menciona Eduardo Galeano: “La utopía está en el horizonte. Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. ¿Entonces para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar”.

4. REFERENCIAS

- European Foundation for Quality Management, EFQM (2010): “Modelo Europeo de Excelencia”, EFQM 2010, EFQM publications, Bruselas.
- Instituto de Ingenieros industriales, IIE (2013): “Historia”, consultado el 11 de junio de 2013, <http://arisecenter.eng.fiu.edu/ie_latino/about/historia.htm>
- Onan, K. y B. Sennaroglu (2009): “Comparative study of production control systems through simulation”, *Advances in Numerical Methods, Lecture Notes in Electrical Engineering*, 11, pp 67-78.
- Pérez, J. (2011): *Modelación lineal en ingeniería industrial: una mirada sistémica*, Medellín, Editorial Universidad de Antioquia.
- Pérez, J., S. Morales y U. Pineda (2010): “Modelo de formación de estudiantes investigadores en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia Medellín Colombia”, *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 14, (54), pp 19-30.
- Qingguo, Ma, Ji Wenjing, Fu Huijian y Bian Jun (2012): “Neuro-industrial engineering: the new stage of modern IE - from the human-oriented perspective”, *International Journal of Services Operations and Informatics*, 7, (2/3), pp. 150-166.
- Senge, P. (2005): *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*, Buenos Aires, Granica.
- Sillero, J. (2011): “Incorporando el análisis de desperdicios no sustentables en el currículo de Ingeniería Industrial”, *Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference, Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development*, Medellín, p. 2.



El programa Conectar Igualdad: digitalización, escuela y complejidad

Mariano Zukerfeld¹

En el capitalismo informacional (que la ideología dominante llama “sociedad del conocimiento”), las tecnologías digitales e Internet penetran en todas las esferas de la actividad social. Pero, claro, las posibilidades de acceso a esas tecnologías reproducen las asimetrías de etapas previas, o incluso crean algunas novedosas. En ese marco emergen dos problemáticas a las que los Estados intentan dar alguna clase de respuesta. Por un lado, la de la “brecha” o “inclusión digital”: ¿cómo hacer para que los sectores excluidos, particularmente las masas de jóvenes pobres, estén en condiciones de utilizar tecnologías digitales y, oportunamente, de integrarse a un mercado de trabajo informacional? Los centros comunitarios de acceso a las tecnologías digitales, los llamados telecentros o los actuales NAC (Núcleos de Acceso al Conocimiento) configuran ejemplos de iniciativas en este sentido. Pero, por otro lado, están las problemáticas referidas específicamente a las instituciones educativas, a la “digitalización de las escuelas”: ¿cómo hacer que los alumnos, docentes y directivos aprovechen las potencialidades pedagógicas de las tecnologías para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje? ¿Cómo lograr que la escuela pueda cabalgar sobre la digitalización, en vez de verse arrastrada por ella? Diversas respuestas se han ensayado: los laboratorios audiovisuales o de informática (aulas especialmente equipadas hacia las que se trasla-

¹ Investigador del CONICET y coordinador del Equipo de Estudios sobre Tecnología, Capitalismo y Sociedad (e-TCS/CCTS/Univ. Maimónides). Profesor de la Maestría en Propiedad Intelectual de FLAC-SO, de la Maestría en Ciencia, Tecnología y sociedad de la UNQ, y de la Carrera de Sociología de la UBA. marianozukerfeld@e-tcs.org

dan los alumnos) y las aulas móviles (carritos de computadoras que, inversamente, son llevados a los distintos grados o divisiones) son dos ejemplos bien conocidos.

Ahora bien, en los últimos años se ha vuelto dominante *en las escuelas públicas* una modalidad que responde, simultáneamente, tanto a la cuestión de la inclusión digital como a la de la informacionalización de la escuela. Es la de los llamados “Planes 1 a 1”: *programas gubernamentales orientados a la entrega de computadoras portátiles a docentes y alumnos de distintos niveles de la educación formal, con el fin de ser utilizadas tanto dentro de las aulas como fuera de ellas.*

El anudamiento de un objetivo social y uno educativo es, a la vez, el rasgo más importante y más riesgoso de esos programas: en el mejor de los casos, con una política pública se puede servir a dos fines igualmente relevantes. Los chicos pobres reciben computadoras, experimentan con las “net” en casa, las visita también algún pariente; en la escuela baja el ausentismo y aumenta el involucramiento, se desarrollan habilidades que dragan las vías de ascenso social, etc. Pero, en el resto de los escenarios, se corre el riesgo de que fracasen ambas vocaciones. La escuela debe lidiar con dinámicas que la exceden y que no está preparada para tramitar; los caminos de la inclusión digital, muchas veces individuales y contingentes, quedan subordinados a las normativas de una institución rígida, lenta y vertical.

Claro, la crisis de la institución escolar es anterior e independiente de los planes 1 a 1. Surge de una contradicción fundamental: *se trata de un dispositivo del capitalismo industrial luchando por sobrevivir en el capitalismo informacional.* Una cadena de ensamblaje de saberes que debe vérselas con piezas autónomas, una pirámide rodeada de redes. Los flujos de información digital, la atención lábil de los alumnos, la erosión de las fronteras entre tiempo productivo y tiempo de ocio inundan las aulas mediante teléfonos celulares y subjetividades, haya o no netbooks en ellas.

Aunque en la Argentina hay planes de este tipo a nivel provincial (en CABA, San Luis y la Rioja), es un plan nacional el que recibe, merecidamente, el grueso de la atención. El Programa Conectar Igualdad (PCI) lleva entregadas, desde 2010 a la fecha, 4,4 millones de netbooks a alumnos y docentes de escuelas secundarias públicas de todo el país. Tomando este indicador –o cualquier otro–, se trata del plan más ambicioso en su especie no sólo de la región, sino del mundo.

LOS PROBLEMAS

Por primera vez en la historia de la humanidad, los púberes y adolescentes son mucho más hábiles que los adultos en el manejo de las tecnologías más relevantes de su época. (Por ejemplo, un documento evaluativo del propio PCI señala que el 50% de los alumnos enseñó a sus padres a utilizar las nets). Ésta es, al fin y al cabo, la razón de que planes como Conectar Igualdad representen una amenaza, un asalto a la ciudadela del saber/poder de los docentes. Todo el dispositivo pedagógico en el que el grueso de éstos fue formado es simplemente incompatible con el asedio a la autoridad cognitiva al alcance del googleo, con la imposibilidad de ejercer un control eficaz de los flujos comunicacionales en el aula. Peor aún, para participar de este juego en el que correrán con desventajas, los docentes habrán de reconvertirse y de diseñar nuevas actividades, con pocos incentivos a la vista, al menos hoy. Pero no se trata de una aversión conservadora a las tecnologías digitales, sino de un temor a su uso en las aulas. Así, un trabajo del Centro de Estudios de Políticas Públicas muestra que un 80% de los docentes usa diariamente las nets en su casa, pero sólo el 10% lo hace en la escuela.

A su vez, los problemas estrictamente técnicos, como la falta de conectividad y las nets que no funcionan, son usuales. Es al calor de estas dificultades que se corporeizan los representantes de Internet en la tierra, nuevos obispos del dispositivo escolar. Ellos son los “referentes tecnológicos” o los “administradores de redes”, que resuelven, orientan o deciden que se deben enderezar los rezos a alguna instancia superior. En suma, la reticencia de una porción de los docentes y las limitaciones técnicas resultan en que menos de un tercio de los alumnos lleven las net al colegio todos los días, de acuerdo a un estudio del equipo UBACyT coordinado por Silvia Lago Martínez.

Con todo, hay que evitar cierto fetichismo tecnológico consistente en asumir que las máquinas y el PCI son una y la misma cosa. Por el contrario, forzando un poco las cosas, hasta podría apuntarse que las netbooks, en sí mismas (su hardware, sus costos unitarios), son el aspecto *menos* polémico del plan. Las penas y glorias del PCI descansan en gran medida, por lo pronto, en el torbellino de softwares y contenidos que orbitan en torno suyo.

EL SOFTWARE

En el software se aprecia hasta qué punto el PCI es un territorio en disputa. Las net vienen con dos sistemas operativos instalados: Windows (sistema privativo, cerrado e inalterable, por el que el estado paga licencias) y Linux (“software libre”, que puede ser modificado y copiado sin

restricciones). Ésta fue, evidentemente, una solución de compromiso. De un lado, la mayor empresa de software del mundo, con su poder de lobby, sus auspicios y ofertas. De otro, un software libre unánimemente considerado más eficiente en términos técnicos, más seguro, más adaptable y apoyado por cuanta asociación de programadores y activistas haya; pero con un grado de conocimiento (aun por parte de los referentes tecnológicos) y de penetración en el aparato productivo muy bajos. Lo que está en juego no es, en modo alguno, una cuestión de costos o relativa al corto plazo. *Se trata de una disputa relativa al control de los estándares del software, del principal medio de producción de la presente etapa. Por la magnitud del programa, el resultado de la contienda tendrá, más pronto que tarde, consecuencias relevantes para el entramado productivo argentino —cada vez más informacionalizado—.*

Si bien la inclusión de ambos sistemas sólo se logró luego de laboriosas gestiones de los partidarios de Linux, fue vista por varios actores como un triunfo de Microsoft. Entre ellos, Richard Stallman, *front man* del movimiento del software libre, nominó al programa como “Conectar Maldad” por optar por el doble booteo. Es cierto que, aunque las netbooks piden al usuario que decida qué sistema operativo quiere utilizar, por defecto se inician con Windows. Más aún, en un contexto en el que la experiencia previa imanta a docentes y alumnos hacia el software privado, la presencia de Linux parece haber resultado más bien marginal. No obstante, el panorama está cambiando. Recientemente se presentó Huayra, una versión de GNU/Linux desarrollada local y específicamente para el PCI. Y en las nuevas cohortes de nets, el sistema de arranque por defecto será Huayra, pese a que Windows se seguirá manteniendo. Esta modificación, que puede percibirse como una ínfima variación en la pantalla de inicio, es un gran paso hacia una producción cognitiva menos dependiente de los humores del capital.

Naturalmente, además de sistemas operativos, el PCI involucra a otros programas: se estima que hay unas 25.000 aplicaciones disponibles en las máquinas y diversos portales. No es un hecho menor que la aplastante mayoría de ellos sean software libre, y que unos cuantos hayan sido creados específicamente para el plan. Dentro de los programas hay al menos dos tipos: los que buscan mejorar la adquisición de contenidos escolares analógicos (particularmente los de las ciencias exactas y naturales) y los que intentan maridar los intereses de los jóvenes con potencialidades del mercado laboral futuro (software de diseño, animación, creación de juegos y programación). Los segundos, claro, son mucho más atractivos que los primeros.

LOS CONTENIDOS

Los contenidos vinculados de uno u otro modo al PCI son innumerables. Cada uno de ellos está clasificado en función del tipo de usuario al que va dirigido: alumnos, docentes, familias, directivos y referentes tecnológicos. Y se hallan en las propias nets, en la página del PCI o en el portal Educ.ar (del Ministerio de Educación). Para docentes y alumnos, los ejes son más o menos similares: en primer lugar, “actividades” (o “secuencias” y “recorridos” desde el punto de vista docente). Previsiblemente, están organizadas por materias, y buscan apuntalar la tarea escolar, los contenidos de la educación formal. Luego, hay videos y animaciones, esto es, contenidos audiovisuales. Por ejemplo, los desarrollados por canal Encuentro u otras usinas estatales. También hay bibliotecas digitales, que incluyen desde manuales para diversas materias hasta textos de literatura. Tanto en los audiovisuales como en las bibliotecas hay una convivencia pacífica de los instrumentos del auxilio escolar con los de la educación informal, con contenidos que van a la caza del tiempo de ocio. Finalmente, se encuentra la oferta de “cursos”: tutoriales para la auto-instrucción. En el otro extremo de las actividades, éstos representan un potente enclave de la educación no formal. La comparación de la oferta de estos cursos virtuales para docentes y alumnos brinda un indicador involuntario de la mentada subversión de las asimetrías cognitivas escolares: mientras a los primeros se les enseñan hojas de cálculo y procesadores de textos, a los segundos se les ofrecen varios niveles de lenguajes de programación, diseño web y producción audiovisual.

Pero más allá de los contenidos auspiciados por el PCI, las nuevas nets incluyen un cambio relevante: la posibilidad de sintonizar directamente (sin pasar por Internet) la veintena de canales de la Televisión Digital Abierta. No se trata de algunos contenidos seleccionados de Encuentro y Pakapaka, sino de ver América, DeporTV, etc. Considerando el elevadísimo grado de penetración de la televisión en los hogares de los sectores populares, abrir otra boca para el entretenimiento ramplón resulta al menos discutible.

En síntesis, al igual que en el caso del software se mantiene la tensión fundante del PCI. De un lado, la intención de amigar a los alumnos con los contenidos propalados por el dispositivo escolar. De otro, la vocación de la inclusión social: la invitación al aprendizaje de habilidades útiles para la inserción en el mercado laboral (a través de la educación no formal) o la difusión de ciertas producciones culturales.

LOS USOS

Pese a que en un universo tan grande y dinámico la heterogeneidad es la norma y cualquier precisión envejece pronto, de acuerdo a un estudio del equipo e-TCS parece haber hoy dos tipos de usos de las nets. Los vinculados a la dinámica escolar dependen, claro, del estímulo docente. Los ejemplos principales refieren al uso del procesador de textos, esto es, a la digitalización de los apuntes; a la búsqueda de información en Internet; a la realización de trabajos grupales y al contacto con otros compañeros y docentes a través del correo electrónico. El carácter sencillo de las herramientas informáticas involucradas no debiera opacar el potencial disruptivo y transformador de esos usos. Los exámenes digitales circulan a una velocidad astronómica; el contacto por correo (o Facebook) con los docentes difumina la otrora sagrada barrera entre tiempos de ocio y trabajo; la producción colaborativa mediada por tecnologías digitales modifica la forma en que se elaboran las tareas, pero también los roles y las dinámicas grupales. Por su parte, los usos de la miríada de contenidos y software educativos mencionados más arriba son más bien limitados, y parecen ser muy dependientes de la iniciativa docente.

En cambio, los usos extraescolares empiezan por las redes sociales, principalmente Facebook. Le siguen descargar o consumir on-line música, juegos y videos. La edición de contenidos, principalmente fotos, también es relevante. Por fin, hay una gran variedad de usos que cuentan con una baja extensión cuantitativa, pero que pueden tener un impacto relevante a futuro. Son los que implican transformar a la net en un medio de producción: hacer páginas web, vender compilados de videos, hacer tareas de (proto) diseño gráfico, etc. En otras palabras, parece haber un potencial para que el PCI habilite el camino hacia el mercado de trabajo, pero no necesariamente bajo las normas y la dirección que la concepción analógica y disciplinaria del mundo esperaría.

EL FUTURO

Las celebraciones y las críticas del programa, especialmente las que transcurren en la epidermis mediática, han forjado un consenso. Un consenso entre kirchneristas y antikirchneristas, tan improbable como desafortunado: el futuro del PCI está sellado desde su origen. Determinado por

quienes lo concibieron, a quienes lo vivimos sólo nos resta aplaudirlo o denostarlo. Sin embargo, una de las pocas lecciones de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología consiste en que todas las tecnologías son maleables, resignificables por los usuarios. Más aún, las tecnologías digitales presentan esa indeterminación en grado extremo. Y si bien los juicios más serios deberán esperar algunos años, una hipótesis puede aventurarse. Buena parte de los resultados del torbellino de softwares, contenidos, datos, portales, routers, antenas, capacitaciones, valores, modelos organizacionales, mecanismos de poder, normas y actores sociales que el PCI ha puesto en movimiento será tan ajena a las planificaciones estatales como a las profecías agoreras.





Oscar Varsavsky
Estilos tecnológicos:
propuestas para la selección
de tecnologías bajo
racionalidad socialista

Buenos Aires, Biblioteca Nacional, 262 pp.

Leandro Ariel Giri¹

Este texto de Varsavsky conforma ciertamente un corpus de ensayos que el autor nos ha dejado, cuyo leitmotiv es la generación de un nuevo paradigma de pensamiento político, una alternativa a las ideas polarizadas que primaban en los años setenta (y también ahora), que groseramente podríamos separar en “capitalistas” y “marxistas”. A través de la línea de ensayos conformada principalmente por *Ciencia, política y cientificismo* (1969), *Proyectos nacionales* (1971), *Hacia una política científica nacional* (1972) y finalmente *Estilos tecnológicos* (1974), Varsavsky funda una forma de pensar distinta, original, con su propio léxico (para la construcción de su teoría define varios términos), sus propios argumentos y sus propias ideas para una praxis constructiva. Se trata de una prédica con el ejemplo, pues la concepción latinoamericanista y tercermundista del autor tiene por base la necesidad de la creatividad para despegarse de las concepciones foráneas. Podemos afir-

¹ Ingeniero Químico (UTN-BA), Doctorando en Epistemología e Historia de la Ciencia (UNTREF). leandrogiri@gmail.com

mar que lo que diferencia a Varsavsky de otros pensadores con su perfil es que con construcciones de pensamiento originales y sencillas se sale del guión del mero análisis teórico para terminar desembocando en ideas útiles para una praxis de liberación, una tercera vía alternativa, democrática y fundamentalmente propia en sentido nacional. No por nada la editorial que publicó varios de sus libros y de otros grandes pensadores (el Centro Editor de América Latina) fue incendiada durante la última dictadura militar argentina. Recién durante la última década se comenzaron a rescatar los libros de este autor, por lo que aprovechamos la reciente reedición de *Estilos tecnológicos* a cargo de la editorial de la Biblioteca Nacional para visitar una parte de su obra.

Como decíamos más arriba, *Estilos tecnológicos* de alguna manera es el cierre de una continuidad de textos que conforma un todo sobre políticas constructivas para democratizar nuestras sociedades (está especialmente pensado desde el tercermundismo), y como su nombre lo indica, trata especialmente sobre cuestiones relativas a la planificación tecnológica, desde la perspectiva de las CTS (acrónimo que utilizaré en este caso para “Ciencia y Tecnología EN Sociedad”):² La tesis central del autor va en contra del paradigma de liberación tecnológica imperante en la época (por cierto bastante similar al que prima por estos días), el desarrollismo, que considera una política de sustitución de importaciones y un intento bien intencionado pero tibio de diseño propio, sujeto a las heurísticas de diseño foráneas, mirando hacia afuera. Por el contrario, Varsavsky propone definir primero qué tipo de sociedad queremos (una socialista, autónoma y democrática). Lo socialista aquí es sinónimo de “centrado en el pueblo” en contraste con lo “centrado en las empresas”, no significando así en un todo lo dispuesto por las teorías marxistas de la época ni mucho menos lo que se estaba aplicando en la Unión Soviética o China.

La idea es, a partir de ahí, diseñar las políticas tecnológicas y la tecnología misma. Lo que subyace a su pensamiento es que cada tipo de sociedad debe tener su “estilo tecnológico” propio, de lo cual se deduce que, si queremos salirnos del problema que representan las prácticas tecnológi-

² El énfasis refiere a nuestra necesidad de resaltar que en los estudios de las CTS tomamos en cuenta que tanto la ciencia como la tecnología se dan como productos sociales, no considerándolas entes autónomos, sino salidas de las prácticas que se dan en sociedad. Esto nos permite tener en cuenta la importante relación entre las políticas de planificación que Varsavsky propone y su posible impacto en la producción nacional de ciencia y tecnología.

cas capitalistas (dominación cultural, dependencia económica, contaminación ambiental, entre otras señaladas por el autor), es necesario tener un desarrollo tecnológico propio, específico para la democratización que pretendemos. Otro corolario es el inminente fracaso de sociedades no capitalistas cuya política tecnológica sea similar a la de los países del Primer Mundo. Explícitamente Varsavsky se pregunta:

¿Y Lenin no se dio cuenta de que con esta tecnología no se podía construir una sociedad? (19)

Y más adelante:

de las distintas maneras de hacer tecnologías hay algunas que se adaptan mejor que las otras a los objetivos nacionales (cuando éstos se han definido con una mínima claridad) (34)

Varias de estas ideas se encuentran vigentes en las discusiones actuales en el ámbito de la filosofía de la ciencia y de la tecnología, pero es llamativo ver cómo ya habían sido consideradas con antelación por pensadores argentinos como Amílcar Herrera, Jorge Sábato y el mismo Oscar Varsavsky. Entre los autores que se encuentran actualmente produciendo en el ámbito de la filosofía de la tecnología, podemos resaltar a Andrew Feenberg, pues aporta un concepto parecido al varsavskiano: el de “código técnico”, el cual expresa algo así como un *estilo* propio de cada sistema, pues el código desarrolla la relación que existe entre los movimientos y las políticas tecnológicas públicas con las disciplinas técnicas que la corporizan.³

La forma de la sociedad que queremos, dice Varsavsky, debe estar plasmada en un documento fundamental, el Proyecto Nacional (PN), expresión máxima de la praxis que debe ser llevada a cabo, pintura de lo que se pretende como Nación. Todos los planes a corto, medio y largo plazo deben descender de este, el cual tiene un nivel de jerarquía similar al de la Constitución Nacional. Los lineamientos para la confección de este documento se hallan en *Proyectos nacionales* (Varsavsky, 1971). Entre los criterios que se expresan aquí que nos sirven para decidir qué tipo de desarrollo tecnológico procurar, se encuentran, a la manera de axiomas, los linea-

³ Véase Tula Molina, F. (2013): “Andrew Feenberg: Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica”, *Tecnología y Sociedad*, 1, (2), pp. 87-93.

mientos acerca de qué se desea en materia de participación democrática, solidaridad, nacionalismo, estímulo a la creatividad, nivel material de vida, integración social, condiciones de trabajo, seguridad social y otros factores por el estilo. La idea es bastante simple: todas estas cuestiones sirven como criterios de evaluación y selección de proyectos y tecnologías, aunque también de líneas de investigación científica y políticas económicas en general. Aquí, obviamente, nos centramos en las primeras.

El lugar donde se expresa lo que se deduce del PN en materia de política tecnológica es la Gran Estrategia Tecnológica (GET). Aquí van los lineamientos más gruesos de la racionalidad tecnológica del PN, tratándose tanto de las grandes líneas sectoriales como transectoriales, con el fin de abordar las cuestiones organizativas que provean una directriz para la organización general. Acerca de la concepción del mismo, Varsavsky propone:

Su fijación no puede hacerse por ningún individuo, por inspirado que se sienta: debe ser asunto de amplísima discusión en los medios técnicos, incluyendo entre éstos a todos los trabajadores experimentados (35).

Al respecto, llama la atención cómo podría instrumentarse tal democratización, y aparece la pregunta de si eventualmente podría incluirse a la población de especialidad no técnica, aunque más bien la influencia de esta última parecería relegable a la esfera más amplia del PN. Varsavsky por su parte sugiere que

A nivel de los objetivos generales expresados en el proyecto nacional, y sus implicaciones directas sobre el estilo productivo y tecnológico, las primeras decisiones deben ser dadas por el movimiento político que inicia la transición; la elección de los principales criterios y sus ponderaciones no pueden dejarse en manos de técnicos acostumbrados a pensar en términos del sistema social que se desea cambiar. (51)

Finalmente, el Estilo Tecnológico (ET) (el concepto de “estilo” es de alguna manera equiparable al de “paradigma” de Kuhn, como se nos sugiere en el prólogo del texto realizado por Horacio González) se deduce a su vez de la GET. Aquí explícitamente se tratan los detalles más específicos para la toma de decisiones tecnológicas, como el grado de despilfarro tolerado para cada recurso, las condiciones de trabajo de los involucrados en la cuestión (diseñadores y trabajadores en general), grado de dependencia tecnocientífica, impacto social, escala de producción pre-

ferida, papel de la tecnología o proyecto en cuanto a su intensividad en trabajo calificado y no calificado, características de la investigación tecnológica y científica, etcétera.

Varsavsky nos propondrá entonces un método de comparación entre distintas alternativas tecnológicas. Utilizando escalas relativas puede incluso cuantificarse cada factor a fin de poder ponderar numéricamente cada uno de ellos y poder tomar decisiones racionales, basándose en el modelo de sociedad deseado, el cual, como se afirma, es fuertemente dependiente, entre otras cosas, de la política tecnológica general. El método no se da en forma cerrada, sino abierta para su ampliación constante. Sin embargo, nos sirve con fines orientativos, al ejemplificar cómo puede un PN guiarnos en la selección de criterios según sus objetivos, viabilidad (tanto de los distintos proyectos tecnológicos como del mismo PN que depende fuertemente de estos), etc. Muy importante, cabe destacar que se dan lineamientos para seleccionar metacriterios, es decir, criterios para seleccionar criterios de decisión tecnológica. Se ahonda en los aspectos generales de la aplicación del método: etapas, parámetros, comparación, probabilidad de éxito, grado de certidumbre aceptable, etc. Resulta muy interesante su trabajo sobre el concepto de precios de escasez, que brinda una opción útil para la evaluación a largo plazo.

Fiel a su estilo didáctico, Varsavsky nos propone algunos ejemplos de aplicación reales del método propuesto, confeccionados junto a su equipo de colaboradores, basándose en un PN socialista como hemos descripto más arriba. En el primero logra decidir objetivamente entre dos tecnologías distintas para producir soda cáustica en la Argentina. En el segundo ejemplo, se propone un plan viable de actualización de la red de telecomunicaciones nacional, evitando al máximo la importación de tecnología foránea. El tercer ejemplo duele más por las consecuencias harto sabidas que ha tenido el ignorar las advertencias explicitadas por el autor: a contracorriente de los consejos expresados por consultoras extranjeras en los años setenta, Varsavsky asegura con su análisis que no es conveniente para el país eliminar la anticuada (ya en aquel entonces) red ferroviaria para reemplazarla por carreteras-camiones, sino más bien invertir en su renovación y ampliación. Entre los factores que explicitan esta conveniencia tenemos uno que de alguna manera nos sirve para ilustrar lo que piensa el autor, cuando dice que

de una vez es necesario abandonar el concepto de déficit en las operaciones hechas por los servicios públicos. Así como nadie pretende que la educación primaria, la defensa o la policía se autofinancien, tampoco puede exigirse que otros servicios lo hagan. (249).

Parece imprescindible también el cuarto ejemplo, referente a cómo debería ser una educación universitaria bajo el paradigma propuesto, surgido de un informe preparado para el Consejo Nacional de la Universidad Peruana en 1972 por el mismo autor. Dicho reporte trata de dar lineamientos para abordar cuestiones como la selección del alumnado, la actitud a fomentar, los contenidos y los métodos de evaluación, afirmando básicamente que los mismos deben ser compatibilizados con el PN. Como corolario de esto, será diferente la concepción en un sistema socialista de la misma y en un sistema capitalista liberal.

Por supuesto que *Estilos tecnológicos* nos deja con la pregunta que siempre persigue a todos los que analizamos la posibilidad de desviar el curso de las cosas para proponer alternativas al paradigma dominante: ¿se puede hoy, desde la sociedad que tenemos, comenzar a transitar los pasos hacia el tipo de sociedad que nos propone Varsavsky? ¿O acaso es necesario tomar primeramente el poder para lograr aplicar los lineamientos que ofrece este texto? Quienes hayan profundizado en la bibliografía del autor no dudarán en negar la segunda alternativa: democratizar en forma verticalista, dictatorial, es sin duda un oxímoron.

Al ser una especie de manual introductorio sobre métodos de evaluación de tecnologías y proyectos, *Estilos tecnológicos* no nos dice cómo llegar a la sociedad que deseamos desde la que tenemos. No profundiza demasiado en quién deberá tomar las decisiones en un principio, siendo que partimos desde una población con muy poca formación científico-tecnológica. No resulta claro tampoco cómo sería posible enfrentar las resistencias que políticas tecnológicas alternativas podrían provocar en los poderes fácticos que se verían seriamente socavados por el corrimiento desde un paradigma empresocéntrico a uno pueblocéntrico. ¿Y qué pasa con las complicaciones económicas que han surgido cada vez que se ha aplicado el cierre, aunque sea parcial de las importaciones y exportaciones? ¿Podremos evitarlas en estos tiempos de avanzada globalización mercantil y alta tecnología? ¿Qué pasa si la comunidad internacional y en especial nuestros países vecinos no coinciden con la nueva cosmovisión? ¿Podremos solos?

Otra paradoja que nos deja flotando el texto es aquella inherente a toda democracia. ¿Qué sucede con aquellos que no están de acuerdo? Bajo ciertos puntos de vista, puede parecer ingenuo pensar que porque un sistema sea “socialista” y permita por ende la participación directa de todos

los miembros de la comunidad será aceptado por cada ciudadano. Hay mucha gente que sencillamente no tiene deseos de colaborar de manera activa con su comunidad, sino de atenerse únicamente al cumplimiento de sus obligaciones básicas (y al goce de sus derechos), lo cual conceptualmente iría en contra de las imposiciones (democráticas, pero imposiciones) que un Proyecto Nacional como el sugerido generaría. Casi podría decirse que un paradigma de este tipo no podría ser el dominante en un país en el que la enorme mayoría de las personas no colaborase de manera activa para el sostén del mismo, ya que por su misma definición no puede conducirse un gobierno con las políticas propuestas por una minoría vanguardista, ni mucho menos a través de las armas.

Algunas posturas filosófico-políticas sostienen asimismo que el determinismo (que se deriva de la consecución de una planificación cuasi-estricta como la que supone un Proyecto Nacional) coarta ciertas posibilidades de desarrollo interesantes. Convendría entonces definir algunas restricciones (por ejemplo no contribuir a determinadas emanaciones tóxicas, no permitir la depredación de determinadas especies, etc.) y a partir de ello ver qué ocurre y operar en consecuencia. Esto evitaría este perfil de imposición del PN, independientemente de lo democrático que este fuese. Quien estuviese de acuerdo con estas posturas entrará en conflicto con los textos de Oscar Varsavsky.

Aún a pesar de todo esto, mi conclusión es que este texto, el cual debe ser leído junto a los demás del *corpus* varsavskiano en el que se desarrollan sus propuestas para un Socialismo Nacional Creativo (SNC) es uno de los intentos más interesantes de poder llevar a cabo un programa de liberación tercermundista desde dentro, con nuestras propias reglas y principios, alejándonos lo máximo posible de la globalización homogeneizante que nos colonializa como sociedad. Varsavsky es argentino, latinoamericano y siempre actual. Es un científico que nos interpela desde su praxis ejemplar, desde la originalidad de sus textos y la importancia de sus ideas, que a pesar de todo han sobrevivido al fuego de la dictadura y al olvido. Por todo esto considero sin ningún lugar a dudas que *Estilos tecnológicos* es de un imprescindible valor para nuestras reflexiones actuales en el marco de los estudios CTS y de la política en general.





Horacio C. Reggini
La enseñanza de la ingeniería
en el siglo XXI
Buenos Aires, Galápago, 2013, 191 pp.

Héctor Jorge Fasoli¹

Horacio Reggini es un pensador, una de esas personas que, dotadas de una sólida formación y profunda cultura, sirven de faro para los espíritus preparados, es decir aquellos siempre atentos a sus meditaciones. Pero Horacio Reggini es también un hacedor, un predicador continuo del obrar y un admirador de quienes así lo hacen o lo hicieron a través de la historia.

En ese sentido, este nuevo libro de Horacio Reggini es él mismo. Sin mencionar su propia obra —esa que lo ha llevado a ser miembro de diversas academias nacionales y acreedor de numerosas distinciones en el país y en el extranjero—, el autor se revela íntimamente en lo que es su particular visión de las cosas.

Reggini nos habla esta vez sobre la enseñanza de la Ingeniería en el siglo XXI y lo hace en un interesante texto bilingüe como para que sus palabras se propaguen *urbi et orbi*.

Y cuando Reggini habla de Ingeniería —su pasión— lo hace como si no fuera sólo ingeniero; queremos decir que se expresa de una manera capaz de sacudir la modorra de aquel que cree que una profesión es simplemente aplicar adecuadamente el estado del

¹ Doctor en Química (UBA), Laboratorio de Pilas a combustión PEM a Hidrógeno, Escuela Superior Técnica del Ejército. Laboratorio de Química y Ciencia Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Argentina. hfasoli@yahoo.com

arte del tiempo que le tocó vivir. El autor mira a la ingeniería desde adentro de la profesión pero también desde afuera, desde su propia cosmovisión que es tan particular como difícilmente refutable.

En este libro, para comenzar a expresar el núcleo de sus ideas, el autor toma como ejemplos a dos arquetipos de la ingeniería: R. Buckminster Fuller y J. C. Licklider. Observe el lector que Reggini desarrollará su tesis sobre la ingeniería basándose en los ejemplos de personas que no tenían título de ingeniero.

Buckminster Fuller fue un autodidacta que a lo largo de su vida obtuvo alrededor de dos mil patentes y escribió veinticinco libros. Esto por sí solo no lo diferencia de un inventor prolífico; lo que lo hace Ingeniero (la mayúscula es deliberada) son los principios que rigen su obra: fue diseñador de artefactos pero también de ideas; tenía un criterio integrador (ese que según Ortega y Gasset debía caracterizar a la formación universitaria), en contraposición a la ultraspecialización moderna; sus diseños fueron tan sorprendentemente nuevos que necesitó crear un nuevo lenguaje para nombrarlos. Las premisas de Fuller deberían estar escritas en el frontispicio de todas las escuelas de ingeniería del mundo: “un enfoque original conduce a la innovación tecnológica”; “la creatividad humana es ilimitada”.

La obra y el pensamiento de Fuller abrieron nuevas líneas de pensamiento y de obras que llegaron hasta el mundo molecular: la química lo homenajeó dándole su nombre a una variedad de carbono donde se revela la estructura geodésica de Fuller en 60 átomos unidos formando una esfera perfecta determinada por 20 hexágonos y 12 pentágonos (buckminsterfullerenos llamados también *buckyballs* o, sencillamente, fullerenos).

Sus aportes a la ingeniería pero también a la arquitectura, las ciencias del ambiente y la energía (“no hay crisis de energía sino crisis de ignorancia”) nos recuerdan que una profesión es mucho más que un título universitario, es un don, una forma de vida que se adquiere, muchas veces, de manera heterodoxa.

Reggini sigue con Licklider, formalmente un graduado en la Universidad de Washington con especialidades que incluyeron la matemática, la física y la psicología y un doctorado en psicoacústica (para horror de los que dividen al mundo en ciencias duras y blandas). Licklider es una de las personas más relevantes en ciencias de la información, quien en la década de 1960 anticipó lo que llamó sistemas procognitivos, que introducirían cambios

profundos en los procesos de generación, adquisición, organización y uso del conocimiento. Lo asombroso es que con la procognición Licklider hizo precognición: hoy la forma de aprender ya no es la misma y, por lo tanto, la forma de enseñar tampoco puede ser la misma.

Licklider trata un tema espinoso siempre mal interpretado y que puede resumirse en una frase atribuida a Einstein: “no ocupo mi memoria con información que puedo encontrar en los libros”. ¿Es esto una denostación de la memoria? ¡Absurdo! Es antes que nada darle a la memoria y a eso que llamamos mente humana una dimensión superior, menos mecánica, asignándole una función clave: la toma de decisiones. Licklider lo dice mejor que nosotros: hay que evitarle a la mente casi toda actividad rutinaria o mecánica, para dedicarse con exclusividad al pensamiento y a la acción. Los esquemas de Licklider interpretan no sólo la forma en que se adquiere el conocimiento sino también la manera en que éste se usa.

Naturalmente, los sistemas procognitivos no tienen consecuencias solo individuales sino también sociales. Por lo pronto, están produciendo cambios en el estilo y la naturaleza de las profesiones, de la investigación y de la educación en todos los niveles. No se trata ya de resolver problemas específicos, aplicando reglas y normas inflexibles, y tampoco de la supuesta novedad de atender problemas multidisciplinarios. No es eso, sino lo que Reggini llama un compromiso omnilateral que exige tanto dinamismo como imaginación.

Para completar su visión de la Ingeniería Reggini nos habla también a través de Walt Disney, quien sin estudios formales fue un auténtico ingeniero; para demostrarlo al autor le basta con recordarnos la obra y estas frases del genial inventor de ilusiones norteamericano: “La manera de comenzar [a hacer algo] es dejarse de hablar y empezar”; “estamos [se refiere a su equipo de trabajo] siempre explorando y experimentando. A nuestro método, lo denominamos *imagineering*, la fusión de imaginación creativa con saber tecnológico”.

A través de su admirado Ítalo Calvino, Reggini nos recuerda sobre el importante papel que la tecnología tiene en la sociedad desde siempre pero también nos advierte que, también desde siempre, lo importante no es la herramienta sino lo que el hombre hace con ella: la clave está en el objetivo, no en el instrumento.

Profundamente convencido de que la función de ingeniero está al servicio de la sociedad, Reggini trata sobre el final del libro aspectos éticos

vinculados con el consumismo a través de lo que se denomina obsolescencia programada: productos diseñados y construidos para durar un tiempo razonable de manera de no afectar la economía de las empresas. Y cuando la perfección técnica no permite la obsolescencia de funcionamiento aparece la obsolescencia del diseño, del color, de la forma.

En gran parte del libro el lector advierte un interrogante subyacente: ¿debe el ingeniero aplicar solamente lo que sabe o debe transformarse en un activista de una nueva forma de ver las cosas? Es así que Reggini nos convence una vez más de que un ingeniero se caracteriza fundamentalmente por el hacer (agregamos nosotros: hacer bien y hacer el bien), para lo cual debe saber ciencias matemáticas, físicas y naturales, pero también las de la administración y la conducción, además de las ciencias de la historia, la sociología y la lengua.

El libro termina con referencias e interesantes datos sobre la ingeniería de dos obras emblemáticas de Buenos Aires: el edificio Kavanagh y el Obelisco. Sobre este último el relato menciona a muchos de sus favorecedores y de sus detractores, nombrando a personalidades notables en ambos bandos. El lector se deleitará también con interesantes datos sobre la estética en general y la proporcionalidad en particular de aquellas obras de ingeniería porteña.

En el Epílogo del libro Reggini se manifiesta también en cuerpo y alma: se reconoce con total modestia en la visión de la ingeniería que su amigo Mario Bunge describe en su último libro que se publicó en forma casi paralela a este que comentamos. Pero sobre todo es el auténtico Reggini el que, una vez más, toma el ejemplo de Sarmiento –su arquetipo argentino de hacedor (es decir, de ingeniero)– para sobrevolar con él hasta el presente y proyectar hacia el futuro su visión optimista sobre el mundo y el país. Optimismo que, por supuesto, se basa en la confianza de que el ingeniero actual se forme en la visión integral e integradora que la ingeniería del siglo XXI le exige.



Convocatoria

Número 4, 2015

Temática del número: El pensamiento sobre la técnica de Gilbert Simondon

En su crítica al substantivismo y en la elaboración de la teoría de la instrumentalización, el filósofo de la tecnología Andrew Feenberg reconoce en el pensamiento sobre la técnica de Gilbert Simondon una alternativa a explorar. En el libro *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Simondon manifiesta explícitamente su intención de elaborar una respuesta a la crítica sobre la técnica que se encuentra expresada en el pensamiento de autores como Jacques Ellul y Martin Heidegger. Su tesis es que la cultura ignora en la realidad técnica una realidad humana y que, para cumplir su rol completo, la cultura debe incorporar a los “seres técnicos”. La oposición que se ha erigido entre la cultura y la técnica, entre el hombre y la máquina, es falsa, no tiene fundamentos y sólo recubre ignorancia o resentimiento. Enmascara, detrás de un humanismo fácil, una realidad rica en esfuerzos humanos y en fuerzas naturales, que constituye el mundo de los objetos técnicos, mediadores entre la naturaleza y el hombre. Sobre la base de estos lineamientos, conocer el pensamiento de este autor poco explorado es de relevancia para pensar la relación entre ingeniería y sociedad, motivo por el cual el próximo número de *Tecnología y Sociedad* propone profundizar en los alcances de su obra.

Fecha de entrega de los originales: 31 de mayo de 2015.

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 castellano y otro en inglés.

Deberá contar con hasta 5 palabras clave, escritas en castellano 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 o 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 o 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 al Sistema Harvard (apellido del autor, año de la edición del libro o del artículo) y el número de página cuando fuese necesario. Por ejem-

plo (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 y castellanizará 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 solo se escribirá en mayúscula la primera inicial del título, como en castellano), 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 (eds.) (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 en castellano), *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 (comp.), *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 (eds.), *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 setiembre 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 como así también a otras bases de datos que considere de relevancia académica.

