



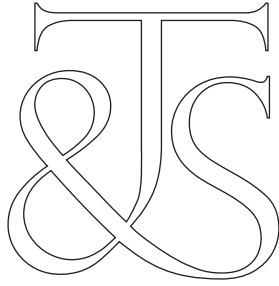
TECNOLOGÍA  
& SOCIEDAD



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







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

Número 6, 2017



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



TECNOLOGÍA  
& SOCIEDAD

Director

Dr. Ing. Héctor Gustavo Giuliano

Editor académico

Dr. Ing. Martín Parselis

Coordinador

Dr. Federico Vasen

Secretario de redacción

Ing. Leandro Giri

Consejo editorial

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

Dr. Lucio Florio (Facultad de Teología – UCA)

Mg. Ing. Gustavo del Pino (Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias – UCA)

Dra. Mónica Miralles (Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias – UCA)

Dr. Fernando Nicchi (Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias – UCA)

Dr. Mariano Ure (Facultad de Ciencias Sociales – UCA)

Consejo académico

Dr. Eduard Aibar (Universidad Abierta de Cataluña)

Dra. Ana Cuevas Badallo (Universidad de Salamanca)

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

Dr. Diego Lawler (CONICET)

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

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

*Tecnología y Sociedad* es una revista académica interdisciplinar, de periodicidad anual, del Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias 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. Versión impresa y digital indexadas en el Catálogo de Latindex.

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

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

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

ISSN 2314-0704



# Contenido

|                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Presentación                                                                                                                                                                                                           | 7  |
| Estudio central                                                                                                                                                                                                        |    |
| Dilucidaciones en torno al Principio de Precaución<br><i>Laila Hanna y Melina Rey</i>                                                                                                                                  | 11 |
| Artículos                                                                                                                                                                                                              |    |
| De ratones y ratonas: un sesgo metodológico peligroso<br><i>Leandro Giri y Federico Bernabé Blach</i>                                                                                                                  | 27 |
| La polémica Franklin-Pickering: una perspectiva estructuralista<br><i>Ricardo J. Gómez</i>                                                                                                                             | 43 |
| Apuntes de cátedra                                                                                                                                                                                                     |    |
| Fundamentos y organización de contenidos de la asignatura<br>“Introducción a la Ingeniería” de la Facultad de Ingeniería<br>y Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina<br><i>Héctor Gustavo Giuliano</i> | 59 |
| Notas de actualidad                                                                                                                                                                                                    |    |
| Efectos de la hipercompetitividad en el área de las biociencias:<br>crisis del sistema postdoctoral<br><i>Karina Alleva</i>                                                                                            | 69 |
| Tecnología & Sociedad, Buenos Aires, 6, 2017                                                                                                                                                                           | 5  |

Reseñas

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Maristella Svampa y Enrique Viale, <i>Maldesarrollo. La Argentina del extractivismo y el despojo</i><br><i>Julieta Gauna Zotter y Melina Rey</i> | 75 |
| Convocatoria: Tecnología y Sociedad, Número 7, 2018                                                                                              | 85 |
| Normas de presentación de trabajos                                                                                                               | 87 |





## Presentación

Nos es muy grato presentar este número comunicando a nuestros lectores que tanto la versión impresa como la versión digital de nuestra revista *Tecnología y Sociedad* han sido incorporadas dentro del Catálogo de Latindex. Queremos agradecer enfáticamente a todos nuestros colaboradores, autores de artículos en sus diversas modalidades, réferis e integrantes de los consejos editorial y académico cuyas generosas contribuciones nos han permitido llegar a esta instancia tan importante institucionalmente para nosotros. Esperamos que este logro nos permita seguir creciendo ofreciendo a investigadores, docentes y alumnos un ámbito jerarquizado para dar a conocer sus trabajos.

Abren este número las alumnas avanzadas de ingeniería civil y ambiental Laila Hanna y Melina Rey quienes abordan en el estudio central un tema de especial relevancia para la política tecnológica contemporánea: el denominado Principio de Precaución. Su investigación se ha preocupado en dilucidar aspectos analíticos que permitan comprender más cabalmente el polémico principio y dar posibles respuestas a las críticas que se esgrimen desde diferentes sectores respecto de sus efectivas posibilidades de aplicación.

La sección de artículos de investigación nos propone dos contribuciones. Por una parte el Ing. Leandro Giri y el Mg. Federico Bernabé Blach nos introducen a una problemática invisibilizada en la investigación en ciencias de la vida: la referida a la existencia de un sesgo metodológico sobre la selección de especímenes para modelado a partir de animales. Se trata de un sesgo sexual ubicuo que consiste en el uso abrumadoramente mayoritario de especímenes macho para modelar seres humanos, tanto hombres como mujeres. Los autores proponen utilizar el marco teórico del Principio de Precaución para justificar una serie de sugerencias prescriptivas que podrían disminuir sensiblemente los problemas surgidos como consecuencia de ese sesgo. Por otra parte, el Dr. Ricardo Gómez, nos invita a visitar una polémica que tuvo lugar en los años ochenta del siglo XX entre los físicos Allan Franklin y Andrew Pickering acerca de cuándo, cómo y por qué ciertos resultados experimentales son considerados confirmatorios de una determinada teoría.

Visitar esta polémica del campo de la física de partículas nos permite traer al debate un tema de crucial importancia para la aplicación del Principio de Precaución: la determinación de la plausibilidad de las hipótesis científicas.

En la sección Apuntes de cátedra presento los fundamentos y la organización de contenidos de la asignatura “Introducción a la Ingeniería” de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina, que se encuentra basada en una articulación conceptual denominada “modelo de barrilete”. A diferencia de algunas organizaciones curriculares de perfil más técnico, el esquema propuesto busca brindar a los alumnos una clave de lectura de la disciplina dentro de un contexto de integración del saber.

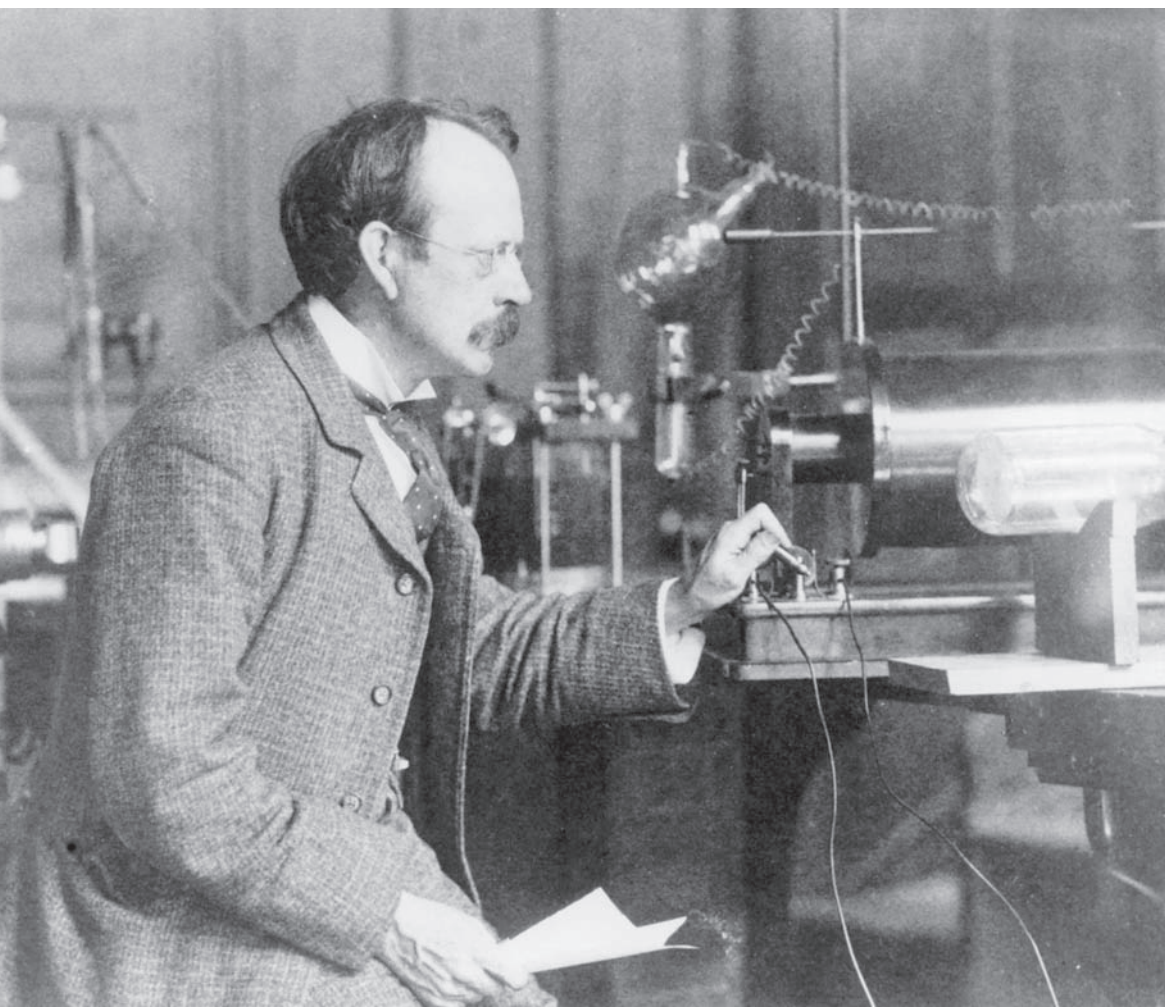
En la nota de actualidad, la Dra. Karina Alleva nos alerta sobre los efectos de la hipercompetitividad en el área de las biociencias, proponiendo que estamos en presencia de una crisis del sistema actual de becas posdoctorales que se manifiesta, entre otros aspectos, en el retraso en la inserción de jóvenes investigadores en puestos estables dentro del sistema científico.

Cierra el número la reseña del libro *Maldesarrollo. La Argentina del extractivismo y el despojo*, de Maristella Svampa y Enrique Viale, realizada por las alumnas avanzadas de ingeniería ambiental Julieta Gauna y Melina Rey que presentan en detalle la crítica que allí se esgrime respecto a las formas imperantes de desarrollo.

Dr. Ing. HÉCTOR GUSTAVO GIULIANO  
Director







**Joseph John Thomson, “descubridor” del electrón.  
Galardonado con el Premio Nobel de Física en 1906.**





# Dilucidaciones en torno al Principio de Precaución

Laila Hanna y Melina Rey<sup>1</sup>

## RESUMEN

Este artículo se centra en desarrollar los debates alrededor del Principio de Precaución (PP), un concepto polémico propuesto para controlar el desarrollo tecnológico. Explicaremos, en primer lugar, cuáles son los motivos que demandan su aplicación y en qué condiciones es invocado. Haremos un recorrido por su origen. Citaremos algunos ejemplos históricos y actuales, que ponen de manifiesto realidades dignas de ser debatidas bajo la lupa de este principio. Desarrollaremos las diversas definiciones, sus diferencias y elementos comunes. Analizaremos las distintas objeciones que se le presentan. Nos detendremos en comprender cuál es el rol de aquellos que forman parte de la clase política y cómo resultarían las decisiones a la luz del PP.

## PALABRAS CLAVE

Principio de Precaución, riesgo tecnológico, evaluación tecnológica.

## ABSTRACT

This article focuses on developing the debates around the Precautionary Principle (PP), a controversial concept proposed to control technological development. We will explain,

---

<sup>1</sup> Estudiantes avanzadas de las carreras de Ingeniería Civil y de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina. El trabajo es fruto de una beca de capacitación realizada en el Centro de Estudios sobre Ingeniería y Sociedad durante el transcurso del año 2016 bajo la dirección del Ing. Leandro Giri. Contactos: lailam\_hanna@hotmail.com – melirey@live.com

first, which are the reasons for its application and under which conditions it is invoked. We will take a tour to its origin. We will cite some historical and current examples, which reveal realities worthy of discussion under the magnifying glass of this principle. We will develop the various definitions, their differences and common elements. We will analyze the different objections that are presented to it. We will pause to understand the role of those who are part of the political class and how decisions would turn out in the light of the PP.

#### KEYWORDS:

Precautionary Principle, technological risk, technological assessment.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana, podemos encontrarnos en situaciones de riesgo, incertidumbre o ignorancia. Pero, probablemente nunca nos hemos cuestionado a qué nos enfrentan estos sucesos como sociedad. Para comenzar, nos enfocaremos en comprender lo que significan.

Por un lado, el riesgo queda definido cuando se conocen los escenarios posibles y su probabilidad de ocurrencia; nos enfrentamos a la incertidumbre, en cambio, cuando se conocen los escenarios, pero no así su probabilidad. Si no conocemos en absoluto qué puede pasar y, por lo tanto, tampoco la probabilidad asociada, diremos que estamos en una situación de ignorancia.

Ante estos eventos se deben adoptar diferentes medidas apropiadas a fin de evitar los daños asociados. En una situación de riesgo, se aplica el Principio de Prevención<sup>2</sup>. En cambio, frente a la incertidumbre, corresponde la utilización del denominado Principio de Precaución (PP). En caso de ignorancia, ninguna acción es posible.

En la reseña del libro *Maldesarrollo* de Svampa y Viale –presente en esta misma edición de la revista– se plantea cómo estos principios suelen estar

---

<sup>2</sup> El Principio de Prevención se aplica cuando se dispone de antecedentes fidedignos para calcular las probabilidades. El cálculo al que se debe llegar, en definitiva, es al del riesgo del suceso, para el cual debemos conocer la probabilidad y multiplicarla por la magnitud del daño potencial.

asociados a malas interpretaciones. Estos puntos de vista están dotados de intencionalidad para satisfacer fines meramente económicos o políticos, desatendiendo las consecuencias de los peligros a los que la sociedad y el medio ambiente se encuentran expuestos.

Particularmente, en este trabajo enfocaremos nuestro estudio en el Principio de Precaución. Profundizaremos en aquellos aspectos que creemos que llevan a una incorrecta interpretación, haciendo hincapié en las reglas de decisión asociadas a su utilización y en las objeciones que se le presentan.

Comenzaremos por analizar qué se entiende por “principio” en el derecho. Los principios éticos y jurídicos son el fundamento del derecho que orienta la aplicación de las normas. La utilidad de estos principios se basa en tres aspectos fundamentales. En primer lugar, han de considerarse como uno de los criterios que permiten validar una ley. También constituyen una ayuda para la interpretación de otras normas, y además tienen la capacidad de cubrir vacíos legales. Por consiguiente, pese a no ser obligatorios, los principios brindan herramientas para que nuevos valores cristalicen en leyes.

En cuanto al origen del Principio de Precaución, la mayoría de los especialistas sostiene que surgió en Alemania en 1970 cuando se presentó un anteproyecto de ley a fin de evitar todas las posibles fuentes de contaminación atmosférica. La ley terminó aprobada en 1974<sup>3</sup>.

Una década después, el PP fue invocado por primera vez en un tratado internacional con la Declaración Ministerial de la Primera Conferencia sobre Protección del Mar del Norte desarrollada en Bremen. El tratado se acordó en una reunión de los países ribereños de ese mar debido a la preocupación por su contaminación:

El daño al medio ambiente marino puede ser irreversible o solo remediable a un costo considerable y en el largo plazo, por lo tanto, los Estados ribereños y la Comunidad Económica Europea no deben esperar a tener pruebas de los efectos nocivos para tomar acción.

Sin embargo, no fue hasta 1987 que se empleó por primera vez la palabra “precaución” en el derecho internacional. Esto ocurrió en la Declaración Ministerial de la Segunda Conferencia sobre Protección del Mar del Norte promulgada en Londres:

---

<sup>3</sup> Cf. COMEST, 2015.

Aceptando que, a fin de proteger el Mar del Norte de los posibles efectos nocivos de las sustancias más peligrosas, es necesario un criterio de precaución que puede exigir acciones para el control de la emisión de tales sustancias, aún antes de que se haya establecido una relación causal basada en evidencia científica absolutamente clara.

A lo largo de la historia, y aún en la actualidad, se han presentado numerosos ejemplos en los que debió aplicarse el PP. Son casos en los que surgen alertas tempranas sobre un peligro, pero son ignoradas (AEMA, 2001, 2015). En lo que sigue, expondremos algunos.

El primer caso que nos gustaría citar es el del asbesto, el cual es descrito por el Informe del Grupo de Expertos sobre el Principio Precautorio de la Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología (COMEST). Hoy es de público conocimiento que su exposición es cancerígena. La extracción del mineral se inició en 1879, y su producción comenzó a crecer a nivel mundial. La primera alerta acerca de sus efectos nocivos fue en 1898 cuando la inspectora industrial Lucy Deane en Reino Unido advirtió sobre su peligrosidad. Luego, en 1906, se registró en Francia una elevada tasa de mortalidad entre las obreras textiles que trabajaban con asbesto. Con el paso de los años cada vez más evidencia y estudios daban cuenta de los efectos perjudiciales, pero no derivó en ninguna medida precautoria para reducir su uso y exposición. Con miles de víctimas y siendo un riesgo ampliamente conocido, recién en 1998 comenzó a ser prohibido, aunque hasta el día de hoy continúa su utilización en algunos países en vías de desarrollo.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) expone otro ejemplo relevante, aunque desde una perspectiva diferente. Se trata del accidente nuclear en Chernobyl en 1986 y lo sucedido en Fukushima 25 años después. Ambos casos ponen en discusión si el análisis de riesgo es adecuado para el diseño de plantas nucleares y si las regulaciones para operarlas son apropiadas. Dado el grado de incertidumbre de los posibles daños, los intentos de definir una probabilidad de ocurrencia de accidente han sido problemáticos y, como consecuencia, derivan en un mal manejo de los riesgos nucleares y costos económicos menores a los reales.

Un caso de estudio actual, también descrito por la AEMA, es el uso de teléfonos celulares. En 2011, la Agencia Internacional de Investigación sobre Cáncer (IARC), perteneciente a la Organización Mundial de la Salud, categorizó la radiación proveniente de los teléfonos celulares como “posiblemente” cancerígena. Desde entonces existieron numerosas investigaciones

sobre el tema. Resultados del Hardell Group como del Interphone Study revelan el riesgo cerebral asociado a su uso prolongado, principalmente en los adolescentes. Sin embargo, la calificación cancerígena de IARC no ha tenido ningún impacto en los gobiernos ni en sus políticas de salud pública. Este hecho resulta sorprendente dado que, tareas sencillas, como campañas de concientización, pueden favorecer una menor absorción de radiación. Una medida precautoria haría que la exposición se reduzca y que, por lo tanto, el riesgo y la severidad de las posibles consecuencias no fueran tan altos. Disminuir la exposición también ayudaría a prevenir otros riesgos que no fueron considerados en los estudios, o que aún se desconocen.

## 2. PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

Existen varias definiciones de este principio. Según Daniel Steel (2015), las más significativas son dos. Por un lado, la llamada “versión débil” formulada en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992, año en el cual el PP alcanzó a ser mundialmente reconocido:

Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

En cambio, por otra parte, la “versión fuerte” enunciada en la Declaración Wingspread en 1998 sostiene:

Cuando una actividad representa una amenaza para la salud humana o para el medioambiente, deben tomarse medidas precautorias aun cuando algunas relaciones de causa y efecto no hayan sido totalmente determinadas de manera científica.

Si bien se hallan diversas formulaciones del PP que presentan discrepancias concretas, pueden encontrarse elementos comunes ampliamente descriptos en el Informe del Grupo de Expertos sobre el Principio Precautorio de la COMEST. A continuación, expondremos los más relevantes.

En primer lugar, el PP no es válido en todo tipo de problemas, sino en algunos particularmente. Este principio debe ser usado en problemas complejos, propios de los sistemas naturales y sociales, los cuales se caracterizan por la dificultad de comprender las causas y efectos de las actividades humanas

involucradas. Además, estas situaciones deben presentar una incertidumbre científica no cuantificable, es decir, no ha de ser posible asignar una probabilidad (incertidumbre científica cuantificable) a los peligros estudiados.

El PP se aplica en aquellos casos donde nos encontramos frente a una apreciable incertidumbre científica sobre la causa, magnitud, probabilidad y naturaleza de un daño. Sin embargo, alguna forma de análisis científico siempre es obligatoria, pues una simple especulación o mera fantasía no es suficiente para poder invocar al PP. Para emplear el principio, ha de presentarse un motivo *plausible*, es decir, deberá basarse en un análisis científico, pero sin necesidad de que se conozcan acabadamente las consecuencias y probabilidades de los peligros.

Es importante destacar que no cualquier motivo plausible es suficiente para aplicar el PP. Se limita a situaciones cuyos impactos resulten inaceptables y requieran intervención antes de que se tenga certeza de que el daño se producirá. El daño moralmente inaceptable es aquel que sea dirigido a seres humanos o al medio ambiente, y que represente una amenaza contra la salud o la vida humana, implique un daño grave y efectivamente irreversible, sea injusto para las generaciones presentes o futuras, o sea impuesto sin tener debidamente en cuenta los derechos humanos de los afectados. No todas las formulaciones del PP juzgan como inadmisibles al mismo tipo de daño, existen diversas definiciones y cada una de ellas se inspira en una escala de valores distinta.

El Principio sostiene que, si nos enfrentamos a una situación que cumpla las características enumeradas anteriormente, debemos tomar acciones para controlar el peligro. Estas intervenciones deben ser *proporcionales* al nivel de protección que se consigue y a la magnitud del daño potencial. El conjunto de medidas adoptadas han de procurar evitar el daño, restringiendo la posibilidad de ocurrencia o bien, reducirlo, limitando su alcance y aumentando la posibilidad de controlarlo en caso de que se produzca.

Lo que subyace en el análisis de las distintas definiciones del PP es que siempre se debe procurar un mayor conocimiento de la realidad a la cual nos enfrentamos. Se fomenta la investigación permanente a fin de que la situación de incertidumbre, donde se emplea el PP, evolucione hacia una de mayor certeza, propia del análisis tradicional de riesgos.

No obstante, no siempre que nos encontremos frente a las condiciones que pueden invocar el Principio, éste será aplicado. Ello se debe a que dependerá de la política que cada Estado haya adoptado de cara a las



situaciones de incertidumbre e ignorancia. Ulrich Beck y Peter Wehling (2012) definen cuatro posibilidades de lo que puede ocurrir, las cuales son explicadas a continuación.

Una opción, es hacer caso omiso de lo que se ignora. Es decir, aunque la incertidumbre y la ignorancia son reconocidas, son obviadas adrede por los actores políticos y económicos para hacer que sus acciones parezcan racionales, o para favorecer sus intereses. Esta situación se puede ver reflejada, por ejemplo, en la crisis financiera de 2008<sup>4</sup>.

Otra política posible surge cuando la ignorancia no es obviada, sino que es transformada en una nueva clase de “certeza manufacturada” (la cual no depende exclusivamente del conocimiento científico) con el fin de persuadir a la política y al público, y de causar una acción inmediata. El concepto de “certeza manufacturada” hace referencia a algo posible que es considerado certero. Un ejemplo de esta política podría ser el cambio climático.

Una tercera posibilidad sería desconocer lo que se ignora. Es decir, no se sabe qué es lo que se desconoce, como lo que sucede con los organismos modificados genéticamente<sup>5</sup>.

También se puede presentar una situación en la que se conocen los riesgos, pero se adopta como política no conocer. De allí surge el “derecho a no saber”, como ocurre con las pruebas médicas orientadas a detectar la predisposición genética a ciertas enfermedades. En este caso, conocer puede ser peor que no conocer, ya que podría derivar en que las personas tengan problemas para conseguir empleo o acceder a seguros médicos.

Es en esta instancia donde emerge una arista del PP, interesante de ser analizada, que es su relación con la democracia.

Uno de los principios éticos de las democracias modernas consiste en que las partes afectadas por una decisión sean consideradas a la hora de tomar una determinación. Por esta razón, resulta clave propiciar la

---

<sup>4</sup> La crisis financiera de 2008 tiene su origen en las dificultades generadas por la otorgación de hipotecas cuyo riesgo de pago era marcadamente alto y provocó el derrumbe del sistema económico estadounidense con repercusiones a nivel mundial.

<sup>5</sup> Un organismo genéticamente modificado es aquel al cual se le altera el material genético, con el fin de mejorar ciertos rasgos, como la resistencia a plagas, tolerancia a heladas, entre otros.

participación ciudadana en el marco de un proceso transparente y con información accesible.

Por lo tanto, invocar el PP debería ser sinónimo de inclusión de los ciudadanos en aquellas decisiones que les competen. Esto favorecería innovaciones con mayores beneficios sociales. Una correcta interacción entre empresas, gobiernos y ciudadanos contribuiría a un desarrollo más fuerte, con menores costos para la salud y el medio ambiente.

En resumen, según las conclusiones del Informe del Grupo de Expertos sobre el Principio Precautorio de COMEST, el PP es aplicable cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- la existencia de un grado apreciable de incertidumbre científica;
- la existencia de hipótesis (o modelos) sobre posibles daños que resulten científicamente razonables (basados en un razonamiento plausible desde un punto de vista científico);
- que la incertidumbre no pueda ser reducida en el corto plazo;
- que el daño potencial sea suficientemente grave o incluso irreversible para las generaciones presentes o futuras, o moralmente inaceptable;
- que sea indispensable proceder de inmediato.

### 3. OBJECIONES AL PP

Existen distintas objeciones referentes a la aplicación del PP. Según Daniel Steel (2015), tres de ellas son las más importantes.

En primer lugar, se encuentra la “objeción del dilema”. Esta tiene su origen en que el PP, como dijimos, tiene dos interpretaciones comunes: la débil y la fuerte. Según Cass R. Sunstein (2001, 2005), en la primera, la falta de certeza no justifica la inacción en situaciones de serias amenazas, la cual se la tilda de *trivial*, pues termina por ser una acción políticamente correcta que solo exige hacer mínimamente algo. En la segunda, se afirma que la precaución es necesaria en caso de que se presente cualquier daño posible para la salud o medio ambiente, incluso si la evidencia no es definitiva o si los costos económicos son muy altos, y en este caso, se sostiene que es *irracional*, ya que resultaría paralizante. Sunstein afirma que esta formulación no ofrece ninguna orientación, dado que prohíbe todos los cursos de acción, hasta

la misma medida precautoria. La razón de esto es que las regulaciones que tienen por objeto evitar ciertos peligros pueden generar otros.

En segundo lugar, se presenta “el conflicto de las múltiples ideas del PP”, el cual plantea que cada autor consigna su propia interpretación del PP. Algunos consideran que la aplicación del PP es equivalente a emplear el método Minimax, mientras que para otros la metodología a aplicar es Maximin (profundizaremos en ambas más adelante). Por otra parte, ciertas interpretaciones del PP, en cambio, plantean que no se trata de un principio, sino de varios, cada uno aplicable en determinadas circunstancias.

Por último, Steel explica que existe una tercera objeción, la de aquellos que afirman que no es compatible la aplicación de este principio con la manera de entender a la ciencia libre del influjo de valores. El problema apunta a la relación entre el PP y la política científica que considera a la ciencia como totalmente objetiva y exenta de valores sociales. Se sostiene que la aplicación de este principio influiría en las decisiones metodológicas de la investigación científica.

Frente a estas objeciones, Steel explica el significado del PP y plantea que está conformado por tres elementos: el *Principio Meta-Precautorio* (PMP), el *Trípode* y el *Principio de Proporcionalidad*.

El PMP sostiene que la falta de certeza no justifica la inacción en situaciones de serias amenazas. Entre todas las políticas medioambientales que pueden escogerse, este principio demanda que se elija alguna, pero sin indicar cuál, es por ello que se denomina “meta”.

El PP también es definido como un Trípode, pues cuando se aplica intervienen tres factores: un nivel de conocimiento, un grado de daño y una medida precautoria recomendada. Como hemos visto, los tratados internacionales presentan versiones diferentes del PP, pero acorde a un estado de incertidumbre, en cada una de ellas queda indicada una acción para evitar un perjuicio que resulta inaceptable.

Por último, el Principio de Proporcionalidad establece que la medida precautoria ha de corresponderse a la plausibilidad y severidad de la amenaza y se define en términos de dos principios subsidiarios: *consistencia* y *eficiencia*. Por un lado, la consistencia se refiere a que la precaución no debe ser invalidada por la misma versión del PP que la justifica, lo cual significa que la acción precautoria que se tome para evitar un daño no sea capaz de generar otros aún peores. En otras palabras “que la cura no sea

peor que la enfermedad”. La eficiencia, por otro lado, determina que, si hay más de una medida precautoria posible, debe optarse por la de menor costo. El refrán “no uses un cañón para matar un mosquito” puede expresar el sentido de este principio.

Una vez demarcados los elementos del Principio, Steel propone enlazarlos definiendo los tres roles del PP. Por un lado, es una *regla de procedimiento*, ya que establece cómo deben tomarse las decisiones (PMP). Por otro lado, es una *regla de decisión*, pues dirime entre distintas opciones de políticas ambientales (PMP + Trípode + Proporcionalidad). Asimismo, es una *regla epistémica*, dado que pone de manifiesto la manera en que deben realizarse las investigaciones científicas teniendo en cuenta las evidencias y los riesgos de cometer errores. La estructura descrita por Steel del PP podría esquematizarse como se muestra en la figura 1.

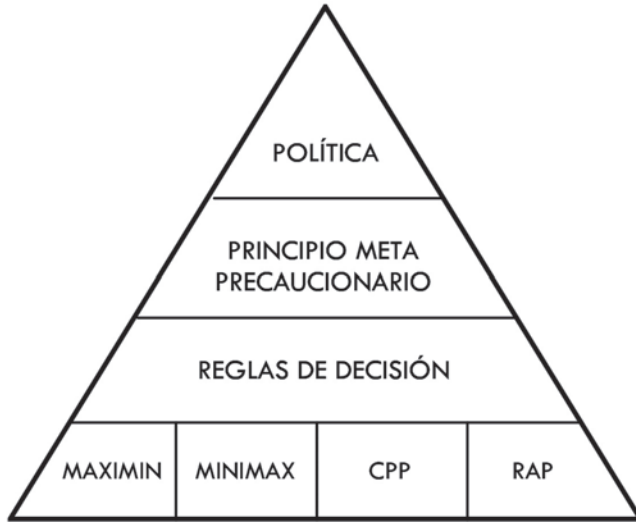


Figura 1: la estructura del Principio de Precaución según Steel.

En la cúspide de la pirámide se sitúa la política de un gobierno que se ocupa de tomar decisiones medioambientales. Una elección política es la del Principio Meta-Precautorio, es decir que, pese a la incertidumbre, se propone actuar frente a situaciones de serias amenazas. Una vez asumido esto, debe escogerse una regla de decisión: Maximin, Minimax, *Catastrophic Precautionary Principle* (CPP) o *Robust Adaptive Planning* (RAP). Finalmente, esta regla indicará qué deberá hacerse: implementar una medida precautoria o no.

## 4. REGLAS DE DECISIÓN

### 4.1. Maximin

Esta regla de decisión consiste en minimizar la pérdida máxima. Para ello, se delimitan los escenarios posibles (S) y se favorece la elección del resultado menos costoso. A continuación, veremos qué situaciones pueden presentarse:

- S1: la falta de precaución acaba en catástrofe.
- S2: la falta de una medida precautoria sólo causa daños menores.
- S3: la catástrofe ocurre, se tome o no la precaución.

Cada escenario tiene asociado costos: el costo de la catástrofe (c), el costo de la precaución (e) y el costo del daño menor (m).

Por lo tanto, realizando las asignaciones correspondientes, los escenarios posibles son:

|               | S1 | S2 | S3  |
|---------------|----|----|-----|
| Precaución    | e  | e  | e+c |
| No Precaución | c  | m  | c   |

Observando la tabla se entiende que los peores resultados son:

- Tomar la precaución y que ocurra la catástrofe (e+c).
- No tomar la precaución y que ocurra la catástrofe (c).

Frente a esta disyuntiva, el método Maximin favorece la elección de no tomar la precaución, pues  $e+c > c$ . Sobre la base de este resultado, surge la pregunta de por qué es válido este método en la aplicación del PP si siempre arroja como resultado la “No Precaución”. Sucede que para que Maximin sea realmente efectivo deben aplicarse las denominadas “Condiciones Rawlsianas” que estipulan que siendo S el conjunto de los escenarios científicamente plausibles debe darse:

- No debe existir información sobre la probabilidad relativa de los escenarios de S (incertidumbre pura).
- En S no existe escenario en el cual la catástrofe ocurre cuando se toma la precaución (desaparece S3).
- Para cada escenario de S, la medida precautoria es eficiente.

- En al menos un escenario de  $S$ , cada alternativa a la precaución provoca catástrofe.

Por lo tanto, aplicadas estas condiciones al caso anterior obtenemos:

|               | S1 | S2 |
|---------------|----|----|
| Precaución    | e  | e  |
| No Precaución | c  | m  |

En este caso, los peores resultados son el costo de la catástrofe ( $c$ ) y el costo de la precaución ( $e$ ). Como  $c > e$ , el método Maximin aplicando las Condiciones Rawlsianas nos da como resultado que se debe adoptar la precaución.

#### 4.2. Minimax Regret

Esta regla consiste en minimizar el *regret* (arrepentimiento) a la hora de tomar una decisión. Se lo define como la diferencia entre el resultado de un escenario dado y el mejor resultado que se podría obtener en ese mismo escenario.

Teniendo en cuenta la descripción de los escenarios realizada para Minimax, podemos concluir que el mejor resultado del escenario S1 será el que, al implementar la precaución, evitamos que la catástrofe ocurra (costo  $e$ ). Para el escenario S2, el mejor resultado se da cuando solo ocurre el daño de costo menor a la precaución ( $m$ ). En el caso de S3, la catástrofe ocurre de cualquier manera (costo  $c$ ). Realizando las respectivas restas para obtener el *regret*:

|               | S1    | S2    | S3  |
|---------------|-------|-------|-----|
| Precaución    | 0     | $e-m$ | $e$ |
| No precaución | $c-e$ | 0     | 0   |

Esta regla de decisión plantea que se debe optar por el menor de los mayores *regret*. En este caso, el mayor *regret* de tomarse la precaución es  $e$ , y el mayor *regret* de no tomarse la precaución es  $c-e$ . En consecuencia, este método arroja que debe aplicarse la precaución si  $c > 2e$ .

Finalmente, vale destacar que, si se aplican las Condiciones Rawlsianas, tanto Maximin como Minimax arrojan el mismo resultado: tomar la precaución.

### 4.3. Catastrophic Precautionary Principle (CPP)

Este método plantea que siempre deben aplicarse medidas precautorias contra *amenazas de catástrofe*, definiendo a las mismas como aquellas situaciones que pueden ocasionar serios daños a millones de personas.

Las acciones precautorias que se apliquen deben tener como objetivo evitar las amenazas sin generar otras nuevas. En caso de que sean inminentes, se deben tomar medidas inmediatas, de lo contrario, pueden postergarse mientras se realiza más investigación, siempre y cuando este retraso no haga inefectiva cualquier acción precautoria posterior.

Según el CPP, no se necesita una probabilidad exacta para la implementación de regulaciones si el mecanismo que desencadena la amenaza es conocido y las condiciones para su funcionamiento son acumulativas. La probabilidad de que ocurra una catástrofe puede influir sobre qué medidas se adoptan, pero no sobre si deben adoptarse.

### 4.4. Robust Adaptive Planning (RAP)

Este sistema sostiene que las acciones precautorias deben implementarse secuencialmente. Las decisiones que se tomen deben ser lo suficientemente flexibles para asegurar variabilidad de opciones futuras. Esta condición es esencial en el RAP, y quiere decir que, si se escoge un plan de acción para evitar un daño futuro, la primera medida que se adopte también debe poder ser efectiva en un plan de acción distinto al que se eligió inicialmente.

En una realidad incierta, el grado de eficacia del conjunto de medidas adoptadas es primordial, y depende de su adaptabilidad a los eventos futuros. Según el sistema RAP, las medidas son más *robustas* cuanto más amplio sea el rango de escenarios en los que logran resultados satisfactorios.

## 5. SOBRE LA INCERTIDUMBRE CIENTÍFICA

Como explicamos en el inicio, para que se presente una situación de riesgo en la que sea válido aplicar el Principio de Prevención (no el de Precaución), deben conocerse los escenarios posibles y poder asignarles a ellos una probabilidad de ocurrencia. Sin embargo, Steel se pregunta qué clase de probabilidades son estas.

Las probabilidades pueden ser *objetivas*, si representan un proceso aleatorio de la realidad que se determina tomando una muestra estadísticamente válida, o pueden ser *subjetivas*, si resultan de un estado cognitivo personal.

Steel remarca que en la mayoría de los estudios de riesgo solo se cuenta con probabilidades subjetivas, es decir, que casi cualquier situación en la que se conoce lo que puede suceder es tratada como riesgo. Estas probabilidades ponen en debate la validez del conocimiento estadístico, frente a lo cual no habría diferencia entre el Principio de Prevención y el Principio de Precaución, pues lo único que existe siempre es “incertidumbre”.

Ante este problema, Steel propone el concepto de *incertidumbre científica*, al cual define como la falta de un modelo cuya validez predictiva haya sido empíricamente bien confirmada. Según esta nueva propuesta, lo más importante no es analizar qué clase de probabilidad se tiene, sino evaluar si los modelos usados tienen la capacidad de pronosticar eventos futuros. Para esta valoración, es preciso que se cumplan tres condiciones. Primeramente, el modelo debe ofrecer un registro de éxitos predictivos en acontecimientos del pasado. Luego, debe estar basado en un razonamiento científico, por ejemplo, las leyes de la física o procesos biológicos bien comprendidos. Por último, no deben existir otros modelos que cumplan con las condiciones anteriores y realicen pronósticos significativamente diferentes.

Finalmente, con esta definición, Steel sostiene que el análisis de riesgo es aplicable a situaciones que cuentan con modelos de validez predictiva, mientras que el PP, en cambio, es propio de la incertidumbre científica pura.

## 6. CIERRE

En estos tiempos, la inserción continua de nuevas tecnologías está en el centro de la escena y, a menudo, somos testigos de cómo acaba afectando la calidad de vida y el medio ambiente. En este artículo reflexionamos acerca del Principio de Precaución que nos indica cómo se puede actuar frente a situaciones que tienen potenciales impactos sociales. Nos preguntamos cuáles son las normas que rigen la toma de decisiones en estos casos y con qué criterios y valores una sociedad se desarrolla y a qué precio. De esta manera, esperamos haber contribuido a la clarificación de un concepto tan actual como controversial.



## 7. REFERENCIAS

- AEMA, European Environmental Agency (2001): *Late lessons from early warnings: the Precautionary Principle 1896-2000*, Copenhagen, European Environmental Agency.
- \_\_\_\_\_ (2013): *Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation*, Copenhagen, European Environmental Agency.
- Andorno, R. (2004): “The Precautionary Principle: A New Legal Standard for Technological Age”, *JIBL*, Vol 1, pp. 11-19.
- Beck, U. y Wehling, P. (2012): “The politics of non-knowing: an emerging area of social political conflict in reflexive modernity”, en Domínguez Rubio, F. y P. Baert (Eds.) *The politics of knowledge*, Londres, Routledge.
- COMEST, World Commission on Ethics of Scientific Knowledge and Technology (2015): *The Precautionary Principle*, París, United Nations Educational.
- Steel, D. (2015): *Philosophy and the Precautionary Principle. Science, evidence, and environmental policy*, Londres, Cambridge University Press.
- Sunstein, C. R. (2005): *Laws of fear. Beyond the Precautionary Principle*, Londres, Cambridge University Press.







# De ratones y ratonas: un sesgo metodológico peligroso

Leandro Giri<sup>1</sup> y Federico Bernabé Blach<sup>2</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se analiza un sesgo metodológico en la investigación en ciencias de la vida sobre la selección de especímenes para modelado a partir de animales. Se trata de un sesgo sexual ubicuo, y consiste en el uso abrumadoramente mayoritario de especímenes macho para modelar seres humanos, tanto hombres como mujeres. Analizamos el motivo de este sesgo y relevamos en la literatura una serie de problemas sociales y tecnológicos derivados del uso de conocimiento científico inválido obtenido a partir de investigaciones efectuadas mediante la práctica sesgada. Finalmente utilizamos el marco teórico del Principio de Precaución para justificar una serie de sugerencias prescriptivas que podrían disminuir sensiblemente los problemas surgidos como consecuencia del sesgo en cuestión.

## PALABRAS CLAVE

Modelos animales, sesgo metodológico, farmacología, Principio de Precaución, hipótesis organizacional-activacional.

---

<sup>1</sup> Ingeniero químico (Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires), doctorando en Epistemología e Historia de la Ciencia (Universidad Nacional de Tres de Febrero), becario doctoral CONICET en la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico. Profesor de Conocimiento Científico y Metodología de la Investigación (Universidad Nacional Arturo Jauretche) y de Introducción a la Ingeniería (Universidad Católica Argentina). Contacto: leandrogiri@gmail.com

<sup>2</sup> Filósofo y Magíster en Filosofía (Universidad de Granada, España), doctorando en Epistemología e Historia de la Ciencia (Universidad Nacional de Tres de Febrero), becario doctoral CONICET en la Universidad Nacional de Quilmes. Profesor de Conocimiento Científico y Metodología de la Investigación (Universidad Nacional Arturo Jauretche).

## ABSTRACT

In this work it will be analyzed a methodological bias in research in life sciences over the selection of specimens for animal modelling. It is an ubiquitous sexual bias, which consists in the overwhelming use of a majority of male specimens for modeling human beings, both men and women. We will analyze the motivation of such bias and will search in literature a number of social and technological problems derived from the use of invalid scientific knowledge obtained from the biased practice. Finally, we will use the theoretical framework of the Precaution Principle to justify a set of prescriptive suggestions which could diminish noticeably the issues arised as a consequence of such a bias.

## KEYWORDS

Animal models, methodological bias, pharmacology, Precaution Principle, Organizational-Activational hypothesis.

## 1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo vamos a explorar una serie de tópicos relacionados con la investigación con animales en ciencias de la vida. Más específicamente, nos ocuparemos del uso de modelos animales para una posterior extrapolación en humanos, sobre todo en las áreas de toxicología y farmacología. Esta práctica ha sido habitual a lo largo de la historia de la ciencia, y más allá de las quejas que distintas organizaciones ambientalistas han presentado sobre la crueldad de la experimentación con animales<sup>3</sup>, no parece haber dudas dentro de la comunidad científica acerca de su conveniencia, al menos cuando se piensa que la alternativa es la experimentación directa sobre seres humanos. Si bien, por un lado, las técnicas de modelado computacional y simulación se hallan en un estadio avanzado (y continúan progresando), las pruebas empíricas siguen siendo insustituibles, y el uso de modelos animales parece un prudente paso previo a la experimentación en humanos. La filósofa Kristin Shrader-Frechette (2014) defiende el uso de modelos

---

<sup>3</sup> Cabe aclarar que no sólo las organizaciones ambientalistas sino también grupos dentro de la comunidad científica han atendido esta cuestión. Iniciativas que apuntan a minimizar el sufrimiento animal como la Regla de las 3 R (Reemplazar, Reducir, Refinar, ver Pardo Caballos, 2005) son estándares dentro de la ética de la experimentación animal.

animales desde un punto de vista epistémico (científicamente fructífero) y también moral, y, a pesar de algunos planteos aislados en contrario, en las ciencias de la vida no resulta controversial la mencionada práctica, la cual, a su vez, se halla alimentada por una industria que gira alrededor de la cría y manutención de ciertos organismos (especialmente, pero no únicamente, roedores) que se utilizan con fines de experimentación.

Por otro lado, resulta cierto que el uso de modelos animales, sustentado en ciertas homologías particulares (de orden genético, fisiológico e incluso comportamental) entre animales particulares y los humanos, ha sido exitoso para la obtención de conocimiento y ulteriores aplicaciones tecnológicas, y, por ende, puede decirse que el conocimiento obtenido con este tipo de modelos ha sido, en general, validado.

Como afirma la filósofa de la biología Evelyn Fox Keller

... A diferencia de los modelos mecánicos y matemáticos (y este puede ser el punto crucial), los organismos modelos son ejemplares o modelos naturales, no construidos artefactualmente, sino seleccionados del taller propio de la naturaleza (2002: 51, trad. propia).

Esta idea rescata una noción intuitiva: los modelos animales poseen una ventaja adicional frente a los modelos artificiales, simplemente por ser eso: animales, es decir, seres vivos. Nina Atanasova (2015) afirma que, incluso en las neurociencias, donde el uso de modelos animales resulta controvertido por la sobresimplificación de los mismos a la hora de exponer dimensiones cognitivas de los seres humanos, si se los trata correctamente pueden aportar valiosos conocimientos en el área (evitando, al mismo tiempo, los problemas éticos derivados de realizar experimentos análogos en personas).

Hasta aquí, si bien está claro que existe alguna dimensión moralmente compleja con la utilización de animales para la experimentación (dimensión con la cual, por cierto, no lidiaremos en este trabajo), no parece haber nada controversial en el orden de lo epistémico en la práctica del modelado con animales, es decir, nada que lleve a desconfiar del conocimiento que se obtiene a partir de ella (con la posible excepción de las neurociencias, donde, insistimos, aceptaremos la versión de su utilidad cognitiva según la propuesta de Atanasova, 2015, aunque nuestro foco no será en esta subdisciplina de las ciencias de la vida).

Sin embargo, el trabajo de Wizemann y Pardue (2001) para la Academia Nacional de Ciencias de EE. UU., advirtió de un llamativo sesgo metodo-

lógico en la práctica de investigación que nos ocupa. Según las autoras, la abrumadora mayoría de los estudios realizados a partir de modelos animales utilizan especímenes de sexo masculino. Los trabajos relevados y analizados por Wizemann y Pardue, publicados en las principales revistas científicas específicas del área, parten necesariamente de la base de que, para las variables relevantes propias de cada estudio, no habría diferencias significativas entre machos y hembras, y, de hecho, se advierte de muchos trabajos que ni siquiera especifican el sexo de los especímenes utilizados. La tendencia advertida por las autoras es confirmada por los estudios posteriores acerca de literatura científica específica por parte de Wald y Wu (2010), McCarthy y Arnold (2011), McCarthy *et al.* (2012) y la actualización de la propia Dra. Theresa Wizemann (2012), donde se muestra para la enorme mayoría de los artículos basados en modelos animales el uso de especímenes machos o la omisión de la variable sexual en la descripción de los mismos (la cual presumiblemente oculta el mencionado sesgo hacia el uso de machos, más adelante justificaremos el por qué de esta presunción). Este trabajo se ocupará de analizar los motivos y consecuencias de esta tendencia, tanto en términos epistemológicos como tecnológicos y sociales.

En la primera sección, analizaremos algunos trabajos relevantes respecto al sesgo de género en los modelos animales. En la segunda, sección exploraremos los motivos de este según aparecen en la literatura. En la tercera sección, examinaremos algunas consecuencias tecnológicas registradas del sesgo, en el área de la toxicología y la farmacología. En la cuarta sección, realizaremos algunas sugerencias normativas para prevenir esas consecuencias, basadas en el Principio de Precaución. Finalmente, presentaremos las conclusiones a modo de cierre.

## 2. EL SESGO DE GÉNERO EN EL MODELADO

Las teorías científicas más aceptadas en el área de la biología respecto a la diferenciación sexual sostienen que machos y hembras poseen diferencias sustanciales que van más allá de sus aparatos reproductivos. Estas diferencias son de varios órdenes: comportamentales, bioquímicas, genéticas, físicas y fisiológicas. Si bien la naturaleza, los alcances y límites de las diferencias entre machos y hembras han sido objeto de interés intelectual desde la antigüedad, en la segunda mitad del siglo XX, se forja una forma de aproximación al fenómeno de la división sexual que va más allá de ubicar a las diferencias sexuales como resultado de la reproducción sexual. La primera expresión articulada de este programa se encuentra en el

artículo de 1959 de Phoenix *et al.* “*Organizing Action of...*”, artículo que dio origen a la llamada “hipótesis Organizacional Activacional”. Tras medio siglo de desarrollo, la hipótesis Organizacional Activacional (en adelante OA) del año 59 se convirtió en el eje de la investigación en torno a la diferenciación sexual. El sexo tiene tres ejes o dimensiones, la genética o cromosómica, la gonadal y la conductual o neuropsíquica. La carga cromosómica determina el desarrollo de las gónadas, las cuales son las responsables de la carga hormonal que organiza o programa ciertas estructuras neurofisiológicas durante el período pre y perinatal. Estas estructuras, a su vez, constituyen el sustrato del dimorfismo conductual. Uno de los resultados más atractivos de la propuesta Organizacional es que genera una heurística clara para estudiar el dimorfismo sexual: si el rasgo *x* es dimórfico, entonces debe buscarse su explicación causal en mecanismos hormonales y también en ciertas estructuras neurofisiológicas. Además, son las mismas hormonas las que explican la programación del dimorfismo, como su manifestación o activación en la vida adulta. Por último, pero no menos importante, la OA supone la complejización de la división sexual al suponer que los rasgos dimórficos no necesariamente responden a un *continuum*, sino a un “esquema mosaico”, en el que es esperable cierto grado de variabilidad individual y solapamientos de los rasgos típicamente masculinos o típicamente femeninos.

Si bien la OA constituye la teoría estándar sobre el dimorfismo sexual *conductual*, ha propiciado el desarrollo de un programa de investigación sobre el dimorfismo sexual en general, con particular énfasis en las diferencias del sistema nervioso. Como señalan McCarthy *et al.* (2012), la comunidad científica posee acuerdos generales en torno a la existencia de diferencias sexuales neuroanatómicas generales, neuroanatómicas particulares, neuroquímicas, de la neurogénesis, de la sensibilidad hormonal de los neuroreceptores, etc. En este contexto de acuerdo general<sup>4</sup> resulta particularmente llamativa la existencia de un pronunciado sesgo sexual en el diseño de los modelos animales como el que presentamos en la introducción de este trabajo. Beery y Zucker (2011) presentan un muy completo trabajo que constituye uno de los más importantes entre los que hemos nombrado en la sección anterior, dedicados a analizar una cantidad de *papers* de revistas *mainstream* en el área de ciencias de

---

<sup>4</sup> La última década ha supuesto la revisión de algunos aspectos de la teoría. Arnold (2009) sostiene que la OA constituye el eje fundamental de la diferenciación sexual, pero que hay componentes genéticos no mediados por los efectos organizacionales que deben ser tenidos en cuenta. Asimismo, se han puesto en duda el alcance y los presupuestos conceptuales de la OA por parte de Joel (2015).

la vida aparecidos durante la primera década de este siglo, para encontrar que el sesgo que nos ocupa es cuantitativamente consistente en las áreas de biología general, inmunología, neurociencias, fisiología, farmacología, reproducción, endocrinología, fisiología del comportamiento, conducta y zoología (no así en biología reproductiva, donde el sesgo es inverso, por motivos evidentes). En farmacología, subdominio que abordaremos con más detalle, por ejemplo, por cada artículo que utiliza explícitamente hembras hay 5 artículos que utilizan machos. Por otro lado, en inmunología, el 60 % de los artículos que utilizan modelos animales no informan su sexo.

Está claro que no es lo mismo utilizar exclusivamente animales macho que no informar el sexo de los animales, aunque podemos decir que en ambos casos la práctica se sustenta en la hipótesis (implícita dentro de los artículos analizados) de que no hay diferencias epistémicas en el conocimiento obtenido sobre animales machos y hembras. Es decir, el supuesto que da sustento a la práctica es que no es una variable relevante el sexo del modelo animal en cada una de las temáticas tratadas en los cientos de artículos que sostienen la tendencia sesgada en cuestión. Algo que parece poco plausible dados los supuestos teóricos sobre la diferenciación sexual que sostiene el *mainstream* de la biología, que ya hemos mencionado.

### 3. LAS CAUSAS DEL SESGO

En la sección anterior vimos que el sesgo en la elección del sexo de los modelos animales se sustenta en una idea (poco plausible dado el estado del conocimiento actual en biología) de que da igual usar animales macho o hembra en la investigación, dado que el conocimiento extrapolable de estos modelos resulta válido tanto para dar cuenta de las características genéticas, fisiológicas, etc. de humanos hombres como mujeres. Pero el sesgo se da solo hacia animales macho, y no hacia las hembras. Cabe preguntarse entonces qué motiva esa elección.

Según Wald y Wu (2010) una de las razones más ubicuas en las argumentaciones de los científicos del área es la cuestión económica: por ejemplo, en el caso de los ratones wistar (una especie canónica en las áreas de neurobiología y endocrinología del comportamiento, pero también en toxicología y farmacología, junto a los perros) los machos son notablemente más baratos que las hembras. Además, y esto también agrega componen-



tes argumentales de orden metodológico, las hembras son más complicadas de utilizar, dado que para generar homogeneidad de resultados se hace necesario un tedioso (y a veces inefectivo) proceso de sincronización de los ciclos menstruales de los especímenes de muestra, lo que hace a su vez menester el aumento del número de individuos experimentales (lo cual, obviamente, aumenta el costo aún más). El aumento del grupo muestral promedio para utilizar hembras se calcula en 4 veces el necesario si se utilizan exclusivamente machos.

Zuk (2002) y McCarthy *et al.* (2012) se animan a una hipótesis más osada, pues aducen motivos de orden ideológico para el sesgo:

El paradigma en ciencia ha sido ver al macho de una especie, incluyendo a los humanos, como la norma, y a las hembras o mujeres como variaciones, casos especiales, excepciones a la regla (Zuk, 2002: 29, trad. propia).

Esta hipótesis puede sustentarse al pensar que el peso de los motivos de orden económico nombrados anteriormente parece ser importante, aunque el costo de los animales en algunas ramas de estudio, por ejemplo, en farmacología, realizada por parte de poderosas empresas multinacionales, parece ser desdeñable frente a otros costos. Por ejemplo, frente al costo comercial y derivado de los litigios judiciales de realizar algún desarrollo farmacológico, que, por basarse en conocimiento científico sesgado, posea consecuencias adversas a la salud.

Por otra parte, la idea de que la mujer constituye una desviación respecto al hombre, el cual sería el organismo representativo de su especie, puede remontarse a la antigüedad. Podemos pensar en una interpretación literal de la creación de Eva a partir de la costilla de Adán en el Génesis como un ejemplo de esto. Thomas Laqueur (1994) rastrea esta idea hasta la Grecia clásica, aunque según este autor la mujer habría ganado su puesto como ser representativo (de la mitad) de una especie a partir de la modernidad. Si Zuk está en lo cierto, al menos dentro de la comunidad de científicos del área de las ciencias de la vida, el concepto que estaría prevaleciendo sería el primitivo, y dada la importancia en la cultura del área académica que estamos analizando, quizás la tesis de Laqueur merezca ser al menos matizada.

Atendiendo a todos estos motivos, parece razonable pensar que los trabajos que omiten intencionalmente la explicitación del sexo de los especímenes utilizados para el modelado en realidad enmascaren el uso intencional de animales macho.

#### 4. CONSECUENCIAS DEL SESGO SEXUAL EN LOS MODELOS ANIMALES: UN PROBLEMA CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (Y SOCIAL)

¿Existe peligro en la extrapolación de información toxicológica desde modelos animales a humanos? Por supuesto que sí, y efectivamente ha sido reconocido en esa área disciplinar desde hace tiempo. Por ello, precautoriamente, se utilizan factores de seguridad para fijar los límites toxicológicos a partir de ensayos con animales. Daniel Steel (2015) realiza un *racconto* histórico de la fluctuación en los valores de esos factores de seguridad a lo largo del siglo XX. Trabajos clásicos como el de Calabrese (1985) sitúan para extrapolaciones toxicológicas a partir de ratones un factor promedio de 10, el cual permitiría compensar la incertidumbre debida a las desviaciones varias en la fisiología de los especímenes y también de los humanos. Las desviaciones entre los seres humanos se deben a múltiples factores: entre ellos son explicitados la situación alimentaria, la raza, la edad, y, por supuesto, también el sexo, entre otros.

La aceptación de la respuesta diferencial a determinadas sustancias que poseen machos y hembras (tanto animales como humanos) está científicamente reconocida, y bien podría ser el caso que el factor de seguridad con el que se trabaja en toxicología y farmacología sea lo suficientemente elevado como para que la variable sexual, junto a todas las otras variables, deje de ser relevante. Es decir, si la dosis letal de una sustancia determinada para un roedor es de “x”, para una persona se la calculará precautoriamente como “F.x”, donde F será el factor de seguridad. Si la legislación de un país tomase como dosis máxima permitida de una sustancia al número “F.x”, siendo “F.x” un límite superior tal que protege a las personas más vulnerables, también lo hará con las menos vulnerables, independientemente de su sexo, edad, raza, etc. Cabe preguntarse, por supuesto, si acaso “x” variaría en el caso de ser obtenido a partir de roedores macho o hembra, aunque por supuesto, si el factor de seguridad fuese lo suficientemente alto como para compensar la fluctuación potencial, no tendríamos mayores inconvenientes a la hora de fijar los límites normativos.

Aún así, las agencias regulatorias gubernamentales sí han tenido en cuenta la potencial fluctuación en la determinación de valores toxicológicos a partir de modelos animales (el método por excelencia para ello). Por ejemplo, la *Food and Drug Administration* (FDA) de EE. UU. afirma en su guía de preceptos toxicológicos para la industria alimenticia (conocido como el *Redbook*) que, al utilizar modelos animales:

Un igual número de machos y hembras de cada especie y cepa debe ser utilizado para el estudio. En general para estudios de toxicidad subcrónica, los grupos experimental y de control deberían tener, al menos, 20 roedores por sexo por grupo o, al menos, cuatro perros por sexo por grupo (2000: 25, trad. propia).

El caso de nuestra Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) no es excepcional, ya que, por ejemplo, en su disposición 6677/2010, si bien no establece la obligatoriedad de utilizar igual cantidad de especímenes de ambos sexos, sí obliga a informar el sexo de los animales utilizados, lo cual también implica la necesidad de justificar el porqué del número de especímenes de cada sexo utilizado en cada grupo muestral.

Dadas estas regulaciones (que existen desde hace tiempo), no debería haber inconvenientes en los estudios toxicológicos, al menos en lo que respecta a las diferencias en la metabolización de sustancias entre sujetos de distinto sexo. Pero, ciertamente, sí los ha habido.

Un informe de la *Government Accounting Office* (GAO) de EE. UU. (2001) informa que diez drogas tuvieron que ser retiradas del mercado durante fines de la década de los noventa, de las cuales siete de ellas presentan un elemento en común.

Los supresores de apetito Pondimin y Redux han mostrado evidencias de daño cardíaco agudo, y daños crónicos en riñones y pulmones, y a pesar del retiro del mercado hace más de 15 años, aún prosperan las demandas judiciales alrededor de estas drogas<sup>5</sup>.

Los antihistamínicos Seldane e Hismanal producen serios riesgos cardiovasculares, y se han reportado incluso muertes cuya causa se rastrea a los principios activos de ambas drogas<sup>6</sup>.

El bloqueador de calcio Posicor de la poderosa multinacional farmacéutica Roche, utilizado para tratamientos cardiovasculares resultó poseer peligrosas interacciones medicamentosas con más de 25 drogas<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> <http://www.walb.com/story/35198223/2017-fen-phen-update-pondimin-and-redux-claims-are-still-being-filed-and-paid>

<sup>6</sup> <http://www.nytimes.com/1997/01/17/opinion/the-hazards-of-seldane.html>

<sup>7</sup> <http://www.elmundo.es/salud/298/11N0124.html>

El medicamento contra la diabetes Rezulin es sospechado de haber causado (sólo en EE. UU.) unas 391 muertes por daños hepáticos<sup>8</sup>.

Las drogas para la protección del tracto gastrointestinal Propulsid y Lotronex también resultaron peligrosas y tuvieron que ser retiradas del mercado en EE. UU. El Lotronex (de GlaxoSmithKline) causó que 70 pacientes tuvieran graves complicaciones con su colon, requiriendo en algunos casos cirugías, mientras cinco perdieron la vida, plausiblemente por los efectos de la droga<sup>9</sup>. El Propulsid, por su parte, ha dado señales de producir severas anomalías cardíacas<sup>10</sup>.

¿Qué tienen, entonces, estas siete drogas en común? Según la GAO, el inconveniente que todas presentaban era un riesgo mayor sobre consumidoras mujeres que sobre varones. La neurocientífica de la Columbia University Rae Silver planteó que el motivo detrás del error que llevó a lanzar a estas peligrosas drogas al mercado fue el mismo: el sesgo en los estudios preclínicos a partir de modelos animales (Wald y Wu, 2010). Esto sugiere que a pesar de los factores de seguridad utilizados comúnmente en el área para realizar las extrapolaciones a partir de modelos animales, las diferencias sexuales podrían ser tan importantes que el riesgo de daño no sería disuelto. Además, también queda claro que dado que el sesgo sexual está orientado hacia el uso de modelos animales macho, el grupo humano que está en mayor riesgo es el de las mujeres.

Por otra parte, es llamativo que a pesar de las regulaciones normativas por parte de los organismos administrativos estatales se den la clase de desastres farmacológicos que hemos descripto, que han causado varias muertes y millones de dólares en pérdidas para las compañías farmacéuticas involucradas. Y, finalmente, parece también bastante serio el hecho de que, a juzgar por las prácticas experimentales basadas en modelos animales que se publican en las principales revistas del área de las ciencias de la vida aún hoy, varios años después de la ocurrencia de los sucesos descritos, no hemos aprendido mucho de nuestros errores.

Es entonces plausible pensar, dada la evidencia disponible, que efectivamente existe un problema epistemológico en la práctica de investigación a partir de modelos animales derivado del sesgo sexual en la selección de especímenes, y

---

<sup>8</sup> <http://www.latimes.com/nation/la-122001rezulin-story.html>

<sup>9</sup> <http://www.nytimes.com/2001/01/30/health/fda-pulls-a-drug-and-patients-despair.html>

<sup>10</sup> <http://www.rxlist.com/propulsid-drug.htm>

que esa práctica posee consecuencias graves a nivel de las aplicaciones tecnológicas derivadas de ella (ejemplificada en este caso con los fármacos comercializados en forma industrial desarrollados a partir de los datos obtenidos de las prácticas sesgadas), y todo esto, como es de esperarse, también desencadena peligrosas consecuencias a nivel social: importantes pérdidas económicas pero mucho peor aún: pérdidas de las vidas de muchos pacientes.

Cabe sin embargo preguntarse si este sesgo de género se repite en los estudios clínicos sobre humanos, que se realizan después de los estudios con modelos animales y previamente al lanzamiento de fármacos al mercado. Beery y Zucker (2011) informan, tras una extensa revisión de literatura científica, que desde 1949 hasta 1979 la mayoría de los informes sobre ensayos clínicos en humanos son aquellos que no se molestan en especificar el sexo de los pacientes y aquellos que utilizan pacientes de ambos sexos explícitamente. De allí en adelante, los informes sin especificar sexo de pacientes comienzan a desaparecer, dejando el predominio a los que utilizan ambos sexos, aunque sigue habiendo informes que utilizan solo un sexo (en mayor medida varones). De todas maneras, el estudio de Beery y Zucker sugiere que el sesgo en cuestión no es tan profundo en los ensayos clínicos en humanos, especialmente tras el Acta de Revitalización del *National Institute of Health* de 1993 que da la pauta de incluir explícitamente en dichos ensayos clínicos a mujeres y minorías étnicas.

No obstante, los ensayos clínicos en humanos suelen ser mucho menos amplios y exhaustivos que en animales, donde es mucho más fácil realizar intervenciones invasivas, poseer grupos muestrales altos y jugar con las dosis experimentales, entre otras cosas. Esto conlleva a que el sesgo de género en los animales siga siendo peligroso, a pesar de que los ensayos clínicos en humanos se hagan bajo los lineamientos del Acta de Revitalización. De hecho, los ejemplos de fármacos retirados del mercado por la FDA que hemos presentado han sido autorizados a *posteriori* del Acta, lo que indica que los ensayos en humanos, aun en el caso de estar libres del sesgo de género (y raza), no son necesariamente concluyentes.

## 5. UN POCO DE PRECAUCIÓN

Para estudiar posibilidades prescriptivas que eviten (o, al menos, minimicen) los problemas analizados en las secciones anteriores, utilizaremos la teoría precautoria, la cual está basada en una premisa jurídica medioambiental denominada “Principio de Precaución”.

Sin apelar al complejo marco teórico sobre el Principio de Precaución<sup>11</sup>, hay ciertas cuestiones que se derivan de ella que pueden ser rescatadas desde un espíritu intuitivo. En pocas palabras, el Principio propone que no es necesario tener seguridad absoluta sobre el peligro potencial de una determinada acción para realizar lo necesario a fin de evitar sus consecuencias: basta con que exista algún grado consensuado de plausibilidad. Existen múltiples formulaciones para el Principio de Precaución, con distintos grados de severidad en su aplicación. Sin embargo, puede utilizarse una formulación formal que elucide la esencia de los elementos del Principio, a fin de poder presentar una versión que nos permita aprovecharla para el caso particular que nos ocupa: los estudios a partir de modelos animales.

El Principio de Precaución, en la formulación formalizada sugerida por Sandin (1999) aparece de este modo:

*Si existe una amenaza (1) que es incierta (2) entonces tomar algún tipo de acción (3) es obligatorio (4) (1999: 890, trad. propia)*

Para poder aplicarse a cada caso, debe instanciarse cada una de las partículas numeradas con valores concretos. Se supone que estas instanciaciones deberían surgir de debates democráticos amplios, pero aquí arriesgaremos una propuesta posible. Para el caso de los estudios toxicológicos y farmacológicos a partir de modelos animales, a fin de no incurrir en alguna propuesta demasiado controversial, podemos plantear algo como lo siguiente:

Para la dimensión de la amenaza (1) propondremos “algún daño grave a la salud debido al sesgo metodológico en los estudios toxicológicos basados en modelos animales”, ya que esa es la amenaza concreta a la sociedad que hemos detectado empíricamente. Para la dimensión de la certidumbre (2) “algún grado de plausibilidad científica”. La hipótesis de que el causal de los problemas detectados tiene que ver con el sesgo metodológico que venimos tratando es una hipótesis surgida desde científicos especialistas en el área de las ciencias de la vida, que han declarado sus opiniones fundamentadas en revistas académicas de alto prestigio (por ejemplo, el testimonio de Rae Silver relevado en la revista *Science*, una de las revistas científicas más importantes del mundo). En la dimensión de la acción (3) “una corrección en los protocolos de ensayo” parece menos drástico (y más factible de hacer) que prohibir el uso de modelos animales, algo que

---

<sup>11</sup> Ver Hanna y Rey en este número, y también Giri y Giuliano (2017).

sería por otra parte rechazable por las consecuencias adversas que podría tener, a nivel industrial y social. En cuanto a la dimensión de la obligatoriedad (4), dada la evidencia empírica de muertes plausiblemente causadas por errores derivados de esta práctica, la fijaremos como “mandatoria”. Entonces la premisa con la cual propondremos tratar esta situación bajo la racionalidad dictada por el Principio de Precaución puede redactarse para el caso:

“Si existe algún grado de plausibilidad científica de que ocurra algún daño grave a la salud debido al sesgo metodológico en los estudios toxicológicos basados en modelos animales, será mandatoria una corrección en los protocolos de ensayo”.

Los casos que hemos analizado sobre drogas retiradas del mercado por poseer un riesgo más elevado en mujeres que en hombres parece ofrecer evidencia suficiente para sostener la plausibilidad científica de la amenaza descrita. No parece muy arriesgado entonces sugerir qué corrección en los protocolos de ensayo con modelos animales podría proponerse a fin de mejorar los resultados obtenidos: utilizar animales macho para modelar humanos hombres y animales hembra para modelar mujeres humanas. Los motivos (económicos y metodológicos) para persistir en el sesgo que hemos relevado de la literatura especializada parecen ser demasiado pobres frente a la gravedad potencial de sus consecuencias.

Ahora bien, es cierto que, como hemos mencionado, las agencias de control gubernamental ya consideran en sus normativas regulatorias la necesidad de erradicar el mencionado sesgo sexual en los modelos animales (caso de la FDA) o, al menos, explicitarlo a fin de poder justificarlo (caso de la ANMAT). Que a pesar de la existencia de la regulación salgan al mercado drogas creadas a partir de datos surgidos de prácticas científicas sesgadas responde a motivos que podríamos sospechar pero que no podríamos sustentar apropiadamente en este trabajo.

Sin embargo, hay un lugar donde la precaución que sugerimos no se tiene en cuenta y donde sí podría ejercerse una presión tal vez un poco más efectiva que en el caso de los organismos de regulación estatal: en los editores y comités científicos de las revistas académicas. No parece irracional sugerir que cuando se envíen a referato artículos científicos, se tenga en cuenta la necesidad de que las investigaciones que se analiza publicar se adecuen al menos a las normativas prescriptas por los organismos de control gubernamental. Así, no debería ser posible que la abrumadora mayoría de los estudios realizados a partir de modelos animales publicados en revistas especializadas citas en

EE. UU., realizados por científicos norteamericanos en laboratorios norteamericanos y probablemente con referatos en el mismo país, posean un sesgo metodológico que va en contra de lo exigido por la FDA (tanto en el caso del sesgo hacia el sexo masculino como en el caso de la omisión del sexo de los especímenes, el cual posiblemente encubra el mismo sesgo). La comunidad científica es responsable como un todo de evitar estos desastres, y esa responsabilidad no puede ser descargada solamente en los investigadores de las compañías farmacéuticas ni en los encargados de las auditorías por parte del estado. Así, pues, una forma razonable de que como académicos nos hagamos cargo de esta responsabilidad es siendo conscientes del rol que nos ocupa a la hora no solo de investigar, sino también a la hora de escribir los artículos científicos y también a la hora de evaluarlos.

## 6. CONCLUSIONES

En este trabajo nos dedicamos a explorar un sesgo metodológico en la investigación en el área de las ciencias de la vida basado en el uso de modelos animales, profundizando en un subdominio muy crítico por su incidencia sobre la sociedad: los estudios toxicológicos/farmacológicos. Dicho sesgo, ubicuo en las ciencias de la vida, tiene que ver con el uso mayoritario de especímenes macho para los ensayos. Los resultados de los experimentos son luego extrapolados para dar cuenta de la reacción de una determinada sustancia tanto en seres humanos de sexo masculino como femenino, práctica que puede sustentarse únicamente en un argumento de que no habría diferencias significativas en las respuestas fisiológicas de hombres y mujeres, algo que contradice, como hemos indicado, a las propias teorías estándar de la biología sobre diferenciación sexual.

Por otro lado, hemos expuesto algunos casos de drogas que han sido retiradas del mercado por haberse hallado que ofrecían un riesgo mayor en mujeres que en hombres, y de las cuales se sospecha que pasaron los controles preliminares por haber sido sometidas a ensayos preclínicos con modelos animales mayoritariamente masculinos, lo cual por otro lado contradice los preceptos normativos de los organismos reguladores respecto al sexo de los modelos animales (no pudiendo explicar por qué los fármacos que han servido de ejemplo llegaron a ser lanzados al mercado a pesar de la existencia de dichas normas).

Finalmente, utilizamos (de manera intuitiva) el marco ofrecido por el Principio de Precaución para sostener que hay evidencia suficiente como



para que la práctica sesgada sea modificada, de modo tal que se extrapolen los datos de modelos animales macho solo para dar cuenta de humanos hombre, mientras que se extrapolen los datos de modelos animales hembra solo para dar cuenta de humanos mujer. Los costos de las consecuencias potenciales parecen ser suficientes como para pensar que los inconvenientes surgidos por el abandono del sesgo sean considerados como una buena inversión. Se señala, como cierre, que un primer paso hacia la mejora de las investigaciones realizadas tiene que ver con exigir a la hora de hacer referatos de artículos científicos, como mínimo, que se adecuen a las normativas existentes. De este modo no sería posible que se sostenga en la literatura científica el sesgo que hemos denunciado (en cualquiera de sus dos formas: como uso mayoritario de especímenes masculinos y como omisión del sexo de los especímenes en los reportes), lo cual constituiría un importante avance en la cuestión.

## 7. REFERENCIAS

- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (2010): “Disposición 6677/2010”, [http://www.anmat.gov.ar/comunicados/dispo\\_6677-10.pdf](http://www.anmat.gov.ar/comunicados/dispo_6677-10.pdf), consultado el 25 de mayo de 2017.
- Arnold, A. (2009): “The Organizational-Activational hypothesis as the foundation for a unified theory of sexual differentiation of all mammalian tissues”. *Hormones and Behavior*, 55, (5), pp. 570-578.
- Atanasova, N. (2015): “Validating animal models”, *Theoria*, 30, (2), pp. 163-181.
- Beery, A. y Zucker, I. (2011): “Sex bias in neuroscience and biomedical research”. *Neuroscience and Biobehavioural Reviews*, 35, pp. 565-572.
- Calabrese, E. (1985): Uncertainty factors and interindividual variation. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 5, pp. 190-196.
- Food and Drug Administration (2000): *Guidance for industry and other stakeholders: toxicological principles for the safety assessment of food ingredients*, College Park, Food and Drug Administration.
- Fox Keller, E. (2002): *Making sense of life: explaining biological development with models, metaphors and machines*, Cambridge, Harvard University Press.
- Giri, L. y Giuliano, G. (2017): “El Principio de Precaución: una herramienta para el control democrático de la tecnología”, en Miguel, H., Camejo, M. y Giri, L. (eds.) *Ciencia, tecnología y educación: miradas desde la filosofía de la ciencia*, Montevideo, Byblos, pp. 53-72.

- Joel, D. (2015): "Sex beyond the genitalia: the human brain mosaic". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, (50), pp. 15468-15473.
- Laqueur, T. (1994): *La construcción del sexo: cuerpo y género desde los griegos hasta Freud*, Madrid, Cátedra.
- McCarthy, M. y Arnold, A. (2011): "Reframing sexual differentiation of the brain", *Nature Neuroscience*, 14, (6), pp. 677-683.
- McCarthy, M., Arnold, A., Ball, G., Blaustein, J. y de Vries, G. (2012): "Sex differences in the brain: the not so inconvenient truth". *The Journal of Neuroscience*. 32, (7), pp. 2241-2247.
- Pardo Caballos, A. (2005): "Ética de la experimentación animal: directrices legales y éticas contemporáneas". *Cuadernos de bioética*, 16, (3), pp. 393-417.
- Phoenix, C., Goy, R., Gerall, A. y Young, W. (1959): "Organizing action of prenatally administered testosterone propionate on the tissues mediating mating behaviour in the female guinea pig". *Endocrinology*, 65, pp. 369-382.
- Sandin, P. (1999): "Dimensions of the Precautionary Principle". *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 5, (5), pp. 889-907.
- Shrader-Frechette, K. (2014): *Tainted: how philosophy of science can expose bad science*, Nueva York, Oxford University Press.
- Steel, D. (2015): *Philosophy and the Precautionary Principle: science, evidence, and environmental policy*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Wald, C. y Wu, C. (2010): "Of mice and women: the bias in animal models", *Science*, 327, pp. 1571-1572.
- Wizemann T. y Pardue M. (2001): *Exploring the biological contributions to human health. Does sex matter?*, Washington, National Academies Press.
- Zuk, M. (2002): *Sexual selections: what we can and can't learn about sex from animals*, Berkeley, University of California Press.





# La polémica Franklin-Pickering: una perspectiva estructuralista

Ricardo J. Gómez<sup>1</sup>

## RESUMEN

Esta polémica tuvo lugar en la penúltima, con reverberaciones en la última, década del siglo pasado. Ella fue centralmente acerca de cuándo, cómo y por qué ciertos resultados experimentales son considerados confirmatorios de una determinada teoría. Por lo tanto, luego de sintetizar los hechos pertinentes, sistematizaremos aquellas cuestiones acerca de los modelos de evidencia empírica, teoría de la experimentación y modos adecuados de escribir la historia de la física, que subyacen a la polémica. Finalmente, propondremos una plausible lectura estructuralista tanto de esos hechos como de las cuestiones subyacentes en términos de la versión Sneed-Stegmuller de la dinámica de teorías.

## PALABRAS CLAVE

Controversias científicas, epistemología de la física, dinámica de teorías.

## ABSTRACT

This controversy took place in the penultimate, with reverberations in the last, decade of the past century. It was mainly about when, how and why some experimental

---

<sup>1</sup> Master of Arts y Ph. D. en Filosofía (Universidad de California, Los Angeles), Profesor de Filosofía (Universidad de Buenos Aires), Profesor de Matemáticas y Física (Universidad de Buenos Aires). Contacto: lorigomez@aol.com

results are considered to be confirmatory for a theory. So, after synthesizing the relevant facts, we will systematize those issues about the empirical evidence models, experimentation theory and appropriated ways to write the history of physics, which underlie to the controversy. Finally, we will propose a plausible structuralist interpretation of such facts and of the underlying issues in terms of the Sneed-Stegmuller version of the dynamics of theories.

## KEYWORDS

Scientific controversies, epistemology of physics, theory dynamics.

### 1. ALGUNOS HECHOS RELEVANTES A LA POLÉMICA<sup>2</sup>

Hoy sabemos que existen cuatro fuerzas fundamentales en la naturaleza: gravedad, electromagnetismo, una fuerza potente (*strong*) que mantiene juntas a las partículas del núcleo atómico, y una fuerza nuclear débil.

La interacción débil es la responsable de una serie de fenómenos tales como la conversión de un protón en un neutrón y viceversa (transformación-beta), la transformación de un pion en un muon, y la de un muon en un electrón. En todas esas interacciones se produce la emisión de un neutrino, la única partícula conocida que está afectada por la fuerza débil (aunque hay interacciones débiles en las que no intervienen neutrinos).

Una característica común a todas las interacciones débiles es que su probabilidad es muy baja, lo que pone de relieve la relativa debilidad de la fuerza débil comparada con las fuerzas potentes y electromagnéticas.

---

<sup>2</sup> Se han detectado seis tipos de quarks en el laboratorio. Nunca han sido observados por separado sino que son los constituyentes de todas las partículas como protones y neutrones en la naturaleza. Hay también dos especies de partículas del tipo del electrón, muones y tauones con masas mucho mayores que las del electrón. Aunque no son parte constitutiva de la materia ordinaria, ambos muones y tauones han sido detectados en numerosos experimentos. Hay además tres tipos de neutrinos. En conjunto, electrones, muones, tauones, y los tres tipos de neutrino son llamados *leptones*. Por lo tanto, parece que existen doce partículas fundamentales de materia: seis quarks y seis leptones. Como quedará claro más adelante, los fotones, gluones y las partículas W y Z no son componentes de la materia, sino que son partículas portadoras de fuerza (*force carrier particles*).

Si comparamos entre sí a las cuatro fuerzas, la gravedad es la más débil, aunque tiene un alcance infinito. La fuerza potente es alrededor de diez elevado a la treinta y nueve potencia más fuerte que la gravedad, pero su alcance es muy limitado (no va más allá que el diámetro del núcleo atómico). La fuerza débil tiene un mayor alcance aproximadamente equivalente al del diámetro del átomo, pero también desaparece rápidamente más allá de dicha distancia, y su potencia es alrededor de un cienmilésimo de la fuerza potente, lo que explica su nombre.

La existencia de las cuatro fuerzas ya era conocida a mediados de la década de 1930. Luego, y por varios años, se descubrieron nuevas partículas nucleares que fueron agrupables en familias si se supone que esas partículas están compuestas por partículas más pequeñas, que Gell-Mann llamó *quarks*; ellas tienen cargas de  $1/3$  o  $2/3$  (positiva o negativa). Los protones están compuestos por tres quarks, dos con carga positiva igual a  $2/3$  y el tercero con carga negativa igual a  $1/3$ . Los neutrones también tienen tres quarks, mientras que los mesones solo poseen dos. Están permanentemente unidos dentro de los neutrones y otras partículas nucleares, y no son separables por energía alguna; lo que una mayor energía logra es generar más quarks que permanecen reunidos tan fuertemente como los anteriores.

En 1967, el físico norteamericano S. Weinberg y en 1968 el físico pakistaní A. Salam propusieron independientemente una teoría unificadora de las fuerzas débil y electromagnética. Esta teoría llamada *teoría electrodébil* no solo dio cuenta de cómo se transmite la fuerza débil sino que constituyó el primer paso para la unificación de las cuatro fuerzas<sup>3</sup>.

Esta teoría hacía, entre otros, dos tipos fundamentales de predicciones: (1) Predecía la presencia de efectos de corriente neutral débil en la interacción de electrones y hadrones<sup>4</sup>. Dichos efectos podían ser distinguidos por la presencia de interacción electromagnética por el hecho de que se violaba la con-

---

<sup>3</sup> Después de 1970 desarrollaron una teoría llamada  *cromodinámica*, que describía la fuerza entre los quarks. Para ello, la conducta de los quarks requería la presencia de tres cargas denominadas rojo, verde y azul (usando nombres de color para distinguir entre cargas). La fuerza entre quarks está causada por fuerzas llamadas *gluones*, las cuales, como los quarks también tienen color.

<sup>4</sup> Llámense hadrones a toda partícula que interactúa mediante la operatividad de la fuerza nuclear potente. Aquellos hadrones constituidos por tres quarks (como los protones o neutrones) son llamados bariones.

servación de paridad<sup>5</sup>, y (2) de acuerdo a Salam-Weinberg, las interacciones electrodébiles son mediadas o llevadas a cabo por cuatro bosones, uno positivo, uno negativo y uno neutral. En la región de moderada energía, uno de ellos, el fotón, carece de masa, mientras que los otros tres  $W^+$ ,  $W^-$ , y  $Z^0$  tienen masa y hacen que la fuerza débil por ellos mediada tenga corto alcance.

Es la confirmación experimental de dichas predicciones lo que constituye el tema central de la polémica entre Allan Franklin y Andrew Pickering. Vayamos previamente a la mera enumeración de esos experimentos.

En 1976 y 1977 se llevaron a cabo experimentos para confirmar la primera predicción arriba citada, los cuales no permitieron confirmar la predicción; por el contrario, no aparecía ningún efecto de violación de paridad en dichos experimentos<sup>6</sup>.

En esos experimentos el efecto de violación de paridad esperado tenía que ser la rotación del plano de polarización de luz polarizada cuando ella pasa a través de vapor de bismuto. Pero se concluyó que la rotación óptica, si existía, era menor que la predicha por la teoría de Salam-Weinberg. Agréguese a ello que, en 1977, el grupo de Washington reportó valores que eran inconsistentes también con los valores que ellos habían dado en 1976.

En 1978, los científicos soviéticos Barkov y Zolotarev hicieron el mismo tipo de experimento en Novosibirsk, pero con resultados que concor-

---

<sup>5</sup> Los efectos de la llamada corriente neutral débil son interacciones débiles en las cuales la carga neta de los hadrones que participan en la interacción no cambia. Por ejemplo, la colisión de un neutrino de alta energía con un protón puede resultar en la desintegración del protón en distintos hadrones con una carga total de +1, mientras que el neutrino permanece inalterado.

<sup>6</sup> La magnitud física de paridad ni siquiera es definida en la física clásica, porque está relacionada a las propiedades de la función-de-onda. Para establecer cuál es la paridad de una partícula o de un sistema de partículas debemos preguntarnos cómo aparecería la función-de-onda si se reflejara en un espejo. Hay funciones de onda cuya forma no es afectada en absoluto por la reflexión. Ellas son funciones de onda que satisfacen la ecuación  $f(-x, -y, -z) = f(x, y, z)$ . Tales funciones son llamadas simétricas y se les asigna una paridad positiva +1. La función de onda del electrón en el átomo de hidrógeno en su estado base (*ground state*) es una función de onda simétrica. Algunas funciones cambian de signo en la reflexión:  $f(-x, -y, -z) = -f(x, y, z)$ ; son así llamadas antisimétricas y se les asigna una paridad de -1. En ambos casos se dice que la función tiene una bien definida paridad. Toda partícula separada puede ser descrita por una función de onda de bien definida paridad. Se encontró también que la paridad de un sistema de dos partículas es el producto de las paridades de las dos funciones de onda. Ya en 1956 Yang, para explicar ciertos modos extraños de desintegración de mesones, hipotetizó la presencia de violación de paridad en tales procesos, lo que fue confirmado experimentalmente en 1957 por Wang y asociados. Véase Franklin (1990, IV).

daban con las predicciones de la teoría de Salam-Weinberg. Además, en 1979 y 1980, en nuevas publicaciones, agregaron datos confirmando la presencia de violación de paridad.

A principios de 1979, un grupo de físicos en Berkeley informó la presencia de violación de paridad en sus investigaciones de la polarización de luz cuando pasa a través de vapor de talio (*thallium vapor*).

En el mismo año de 1979, Prescott mientras trabajaba en el acelerador lineal de Stanford (SLACC) mostró en un experimento sobre dispersión de electrones polarizados de deuterio que los datos obtenidos estaban de acuerdo con la teoría de Salam-Weinberg.

Además, ese experimento confirmó otra predicción de la teoría, a saber, la presencia de interferencia entre las fuerzas electromagnética y débil.

Finalmente, y ahora con respecto a la segunda predicción, la búsqueda de partículas que mediaran la fuerza débil no pudo realizarse durante los años setenta por la carencia de aceleradores de adecuada energía. Por ello, las tres partículas mediadoras, sus masas y su período de “decaencia” (*decay*) fueron recién encontradas en 1983.

## 2. EL NÚCLEO DE LA POLÉMICA

Tal núcleo está compuesto por diferentes interpretaciones de los experimentos arriba citados, y muy especialmente del significado de sus resultados.

Acerca de los experimentos en Oxford y Washington (1976-77), Pickering (1984) atribuye toda la incerteza en la comparación entre teoría y experimento a la teoría misma y no a los resultados experimentales mismos, y concluye que tales resultados estaban en desacuerdo con las predicciones de la teoría acerca de la violación de paridad. Además, consideró a los resultados obtenidos en Novosibirsk (1978), los cuales eran consistentes con la violación de paridad, así como a los nuevos resultados provenientes de Washington y Oxford, como una prueba de la carencia de un conjunto uniformemente consistente de resultados<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Sin embargo, los físicos de la época pensaban de modo diferente. Así, Dydak (1979) afirmó: “Tentativamente, aceptaremos los resultados positivos de Novosibirsk y Berkeley y esperamos que el desarrollo futuro justificará este paso”.

Ante la información procedente de Stanford (Prescott, 1979), Pickering no consideró a ese experimento como conclusivo por sí mismo porque “los científicos eligieron aceptar ciertos reportes experimentales y rechazar otros” (1984: 301).

Mientras Pickering creía que los científicos “tenían que elegir” porque los resultados experimentales nunca eran concluyentes, Franklin, a su vez, pensaba que en relación a los primeros desacuerdos entre los experimentos y la teoría de Salam-Weinberg, los mismos eran perfectamente explicables por la presencia de errores experimentales, los cuales daban cuenta de los desacuerdos entre dichos experimentos y la teoría.

Además, con relación al experimento de Stanford (1979) usualmente considerado como decisivo, Franklin opinaba que si hubo una elección “tal elección era razonable y basada en evidencia experimental convincente” (1998: 172), mientras que los primeros resultados experimentales (1976-77) “eran al menos inciertos” (1998: 172).

Cabe preguntarse por qué en la historia de lo acaecido en ese período fueron dejados de lado. La fortísima respuesta de Pickering es que ello fue así porque a aquellos experimentos que parecían no confirmar a la teoría de Salam-Weinberg no se los permitió sobrevivir. Si intentamos explicar por qué ello fue así, Pickering nos invita a sostener que la comunidad científica de la época estaba interesada en “mantener vivas a las corrientes neutrales, porque ello era crucial para mantener viva a la teoría de Salam-Weinberg” (*Ibid.*), y agrega que los científicos hicieron ello a pesar de la presencia de experimentos anteriores refutadores.

Franklin respondió que dichos experimentos (1976-1977) no eran refutativos por la presencia de errores arriba citados; en verdad, ellos murieron de muerte natural. Además, los experimentos de Stanford (1979) y posteriores eran razonablemente confirmatorios de la teoría de Salam-Weinberg. Ellos sobrevivieron por buenas razones; luego, los científicos “no tuvieron que elegir” sino que fueron determinados a concluir, por la evidencia experimental disponible, que la teoría de Salam-Weinberg estaba confirmada experimentalmente.

Es obvio que subyacen a tales importantes diferencias acerca de la interpretación de ciertos datos experimentales desacuerdos fundamentales acerca de una variedad de cuestiones históricas, epistemológicas y sociales.



### 3. LOS DESACUERDOS FUNDAMENTALES SUBYACENTES A LA POLEMICA

¿Qué es lo que está en juego en las interpretaciones de Franklin y Pickering acerca de los resultados de los experimentos arriba citados?

- (1) El modelo para interpretar esos resultados experimentales<sup>8</sup>.
- (2) ¿Cómo y cuándo se dan por terminados los experimentos?
- (3) ¿Cuál es el modo más aceptable de escribir la historia de esos eventos?

(1) *El modelo*: Podríamos llamar “modelo evidencial” al modelo propio de Franklin según el cual, (a) hay un modo razonable de establecer la evidencia de una teoría a partir de datos empírico-experimentales, (b) los experimentos pueden ser clasificados estrictamente en correctos o incorrectos, (c) la decisión acerca de si son correctos (o no) se toma sobre la base de criterios normativos objetivos, sin necesidad de apelar a consenso extra-epistemológico, por ejemplo, en términos de intereses extra-científicos. Franklin, por supuesto, no niega que los datos son susceptibles de distintas interpretaciones ni niega que la ciencia sea, en un cierto sentido, un producto social en tanto es construida por un cierto grupo social. Pero ello involucra siempre un proceso de discusión racional, inventiva y crítica. Las teorías científicas confrontan una naturaleza no-pasiva en tanto los científicos intervienen en ella a través de sus experimentos. Teorías, su testeo, y los experimentos son todos falibles. Pero nada de ello impide el rol fundamental y decisivo que la evidencia empírica, en general, y los experimentos, en particular, juegan en la elección de teorías. Tanto la teoría como su testeo empírico y los experimentos utilizados en él son corregibles mediante el uso de *standards* objetivos. Prueba de ello, según Franklin, es que no hay episodio alguno en la historia de la ciencia, en el cual la decisión científica haya sido hecha en contra del peso de la evidencia experimental.

Pickering no acepta estrictamente ninguna de las notas (a)-(c). Aceptaría (a) pero con una distinta versión de lo que debe ser entendido por razonable, y rechazaría rotundamente (b)-(c). La concepción de Pickering satisface las

---

<sup>8</sup> Para enfatizar la relevancia de los modelos epistemológicos que ambos defendieron en la disputa, es conveniente recordar que Franklin señaló claramente que estaba escribiendo su libro publicado en 1986 para responder y oponerse a las propuestas defendidas por Pickering en *Constructing Quarks* (1984).

notas caracterizadoras del “constructivismo social” propuestas por A. Fine (1996): (i) las creencias varían en el tiempo; ellas son siempre relativas a determinadas circunstancias sociales dominantes. Esto es obviamente aceptado por Pickering quien afirma que los físicos, alrededor de 1980, aceptaron los resultados experimentales confirmando la teoría de Salam-Weinberg porque estaban interesados en una teoría que permitiera unificar diversas áreas de fenómenos, y no porque los experimentos fueran realmente conclusivos, (ii) toda creencia (verdadera-falsa, racional-irracional) debe ser explicada y aceptada en términos de causas operando localmente, y no en términos del carácter específico de la creencia; es decir que, en lugar de razones, se debe apelar a causas sociales: no se acepta una hipótesis porque es aproximadamente verdadera, sino por el modo en que los miembros de la comunidad científica negociaron entre ellos para concluir su aceptación, y (iii) los factores sociales contingentes son siempre relevantes para explicar las creencias. Pickering mismo acepta ser llamado “constructivista social” y caracteriza a su postura como “oportunisto en contexto”<sup>9</sup>. Los científicos, por ejemplo, en el caso de los experimentos supuestamente confirmatorios de la teoría de Salam-Weinberg, aprovecharon la oportunidad del contexto socio-cultural de los físicos alrededor de 1980 para decidir que el experimento realizado en Stanford confirmaba a dicha teoría<sup>10</sup>.

(2) *¿Cuándo y cómo terminan los experimentos?* Mientras que Franklin sostiene que siempre hay criterios objetivos para decidir ello, Pickering afirma que a esos experimentos se los hace finalizar (*they are made to end*). Esto sucede porque la práctica de laboratorio, según Pickering, es plástica; siempre hay circunstancias, factores, intereses para interpretar los datos experimentales de modo diverso. Es por ello que los experimentos no son siempre finales; ellos devienen finales por una decisión de los científicos no fundada básicamente en la evidencia empírica, pues siempre intervienen factores contextuales. Todo es, en principio, negociable. Más precisamente: hay tres elementos fundamentales constitutivos de tal plasticidad: (i) los materiales utilizados en el dispositivo experimental, (ii) los recursos explicando el funcionamiento de (i), y (iii) el modelo teórico del mundo utilizado. En verdad, (i) y (ii) proveen los datos para evaluar (iii). La interacción entre (i), (ii) y (iii) da siempre lugar a juicios, y el consenso de la comunidad científica acerca de dichos juicios no está determinado

---

<sup>9</sup> Pickering habla de construcción de los hechos; por ello es que reiteradamente señaló que “jamás diría que ‘Constructing Quarks’ es acerca de las ideas de quarks” (Carta del 6 de junio de 1997).

<sup>10</sup> Por el contrario, para Franklin, “la elección fue razonable, basada en evidencia experimental convincente” (1990: 174).

unívocamente por los datos empíricos: esto es lo que permite hablar de “construcción de los hechos”. En todo el proceso se produce una simbiosis creciente entre teoría y experimento<sup>11</sup>.

Franklin, por el contrario, sostiene que los experimentos por sí mismos y debido a la presencia de fuertes restricciones de diverso tipo que funcionan como normas objetivas, siempre desembocan en un fin o terminación aceptado consensualmente por la comunidad, cuya decisión no está basada en algo extraepistemológico; o sea, que la elección por parte de la comunidad científica de considerar a un experimento como finalizado dando cuenta o presentando un determinado hecho objetivo está basada en la experiencia empírica disponible. No todo es negociable; no hay lugar para negociaciones extraepistemológicas, o lo que es lo mismo, la interacción entre (i)-(ii) y (iii) no deja lugar para juicios susceptibles de tal negociación. Por supuesto que hay simbiosis gradual entre teoría y experimento, pero sin la necesidad de la presencia de factores extraepistémicos.

Para ambos, Franklin y Pickering, la decisión de los científicos es razonable, pero lo que la hace así es distinto para ambos. Lo es para Franklin porque la misma está basada en evidencia convincente; lo es para Pickering por la presencia de una serie siempre abierta de razones, entre las cuales la evidencia empírica no es jamás el factor exclusivo o decisivo. Hay, pues, para este último, una cierta autonomía de la teoría (hay siempre abierta la posibilidad de otras elecciones con relación a ella), mientras que para Franklin el desarrollo de una teoría en el tiempo es mucho menos autónomo porque está determinado férreamente por los resultados experimentales y solo por ellos.

(3) *¿Cómo se debe escribir la historia de la ciencia?* Pickering, en tanto constructivista social, satisface criterios caracterizadores de este señalados por I. Hacking (1999), muy especialmente los del contingentismo y externalismo. Los hechos “construidos” por los científicos son el producto contingente de decisiones sobre juicios presentes (externos a la ciencia misma) en un determinado contexto sociocultural<sup>12</sup>. Por ende, la historia

---

<sup>11</sup> De acuerdo a Pickering, la articulación científica de lo real es el resultado del reiterado refuerzo pragmático entre la práctica material, la actividad modeladora instrumental de dicha práctica, y la elaboración de modelos del mundo empírico. Todos ellos, según él, son ajustables en un determinado momento (plasticidad), aunque ninguno de ellos es igualmente plástico.

<sup>12</sup> En tanto contingentes, son evitables. De acuerdo con Hacking (1999), el carácter evitable de los resultados científicos es la primera característica distintiva de todo programa

de la física de alta energía es, según Pickering, un producto de un mundo cultural específico de alrededor de 1980. En tal sentido, dicha historia está también socialmente construida. Ella podría haber tomado un rumbo diferente; más estrictamente, los científicos podrían haber tomado otras decisiones y los hechos científicos mismos podrían haber sido distintos. Es decir que la física podría haber tomado una dirección distinta a la de la adopción de los quarks; al decir de Pickering, podría haber seguido *a non-quarky way*, y podría haber sido, según él, igualmente exitosa<sup>13</sup>.

Como en opinión de Franklin, los hechos científicos no son contruidos, la historia de la física de alta energía no es un producto contingente; por el contrario, la propuesta de quarks fue, en su momento, inevitable; es más, partes cruciales de la historia de la física lo fueron, y no se necesita ninguna explicación externa (apelando a factores locales extra-científicos), como en el caso de Pickering, para justificar ello.

#### 4. UNA INTERPRETACIÓN ESTRUCTURALISTA MÁS ALLÁ DE LA POLÉMICA

La polémica Franklin-Pickering es acerca de un problema que, desde el punto de vista estructuralista, pertenece a la filosofía especial de las ciencias, pues tiene que ver con una cuestión relativa a una teoría científica en particular.

En la concepción estructuralista, una teoría física puede identificarse (en una caracterización simplificada) como un par ordenado  $\langle M, I \rangle$ , donde  $M$  (llamado *núcleo*) es la extensión de un predicado conjuntístico (o sea, el conjunto de los posibles modelos del sistema de axiomas que definen a tal predicado) e  $I$  es el conjunto abierto de sus reales aplicaciones. El núcleo es uno de los aspectos de la teoría que permanece incambiado durante los

---

constructivista. Hay, según él, diferentes gradaciones de constructivismo social dependiendo de las diferentes gradaciones de compromiso con (1)  $X$  es evitable, (2)  $X$  es algo malo, y (3) el mundo sería mejor sin  $X$ . Si  $X$  es un quark, Pickering aceptaría (1), pero no (2) ni (3). Lo mismo ocurriría si  $X$  es la historia completa de la física de alta energía. Esto explica por qué la postura de Pickering es considerada como moderada con relación al constructivismo social.

<sup>13</sup> Coincidimos al respecto con I. Hacking (1999) cuando señala que no es claro ni poco creíble cuál podría ser esa dirección igualmente exitosa. Nunca constructivista social alguno dio ejemplos de ese posible *non-quarky way* ni jamás se explicó cómo podría ser igualmente exitoso.

diversos intentos de usar la estructura matemática definida por el sistema de axiomas para hacer afirmaciones empíricas.

La discusión Franklin-Pickering no es acerca del núcleo teórico porque para ambos (de estructurarse la teoría Salam-Weinberg al estilo Sneed-Stegmuller) el núcleo sería el mismo, sino acerca de la aceptabilidad (o no) de determinadas afirmaciones empíricas, o más precisamente, acerca de por qué llegaron a aceptarse.

Sneed recomienda al respecto que para aceptar una teoría “uno debe observar en detalle, cómo la evidencia empírica disponible sostiene o apoya a las afirmaciones de la teoría” (1979: 261). Es aquí donde difieren Franklin y Pickering ante los distintos experimentos. Franklin sostiene que los datos empíricos eran objetivamente conclusivos en pro de la aceptación de la hipótesis de las corrientes electro-débiles mientras que Pickering creía que *fuleron* hechos conclusivos.

Sneed nos alecciona acerca de algo particularmente relativo a los primeros experimentos (Oxford-Washington, 1969-1970) sobre los cuales, como ya señalamos, Franklin y Pickering adoptaron posturas muy diferentes. Sneed afirma que podría darse el caso de que un intento particular de usar H para hacer una afirmación acerca de I fuera no exitoso (como en esos experimentos fallidos de 1969-70 para certificar la violación de paridad), y, sin embargo, sería plausible seguir sosteniendo que la teoría tendría éxito posteriormente, tal como lo supuso la comunidad de físicos de alta energía en ese momento (*Ibid.*: 279-280).

Sneed, pues, es fiel a lo que realmente sucedió en el caso histórico estudiado, y, como veremos, lo justifica como una decisión racional, en oposición a Pickering al respecto. Pero lo que afirma Sneed es más fuerte que lo que sostiene Franklin: aún si hubieran sido bien realizados los primeros experimentos de 1969-70 (contra lo que afirma Franklin para el cual hubieron fatales errores experimentales) y hubieran mostrado realmente la inexistencia de violación de paridad, hubiera sido perfectamente racional que los científicos hubieran seguido aceptando la teoría de Salam-Weinberg. Esto da cuenta, según Sneed, de “la tenacidad con que se retienen las teorías de física matemática ante la presencia de datos recalitrantes” (1979: 290). Ello es así porque “es dudoso que, ante reiterados fracasos, los científicos fueran tan lejos hasta abandonar realmente a la teoría a menos de que dispusieran en ese momento de una teoría que fuera más prometedora” (*Ibid.*: 304). Pero esto es lo que sucedió exactamente en el caso histórico en discusión pues no había teoría alternativa igualmen-

te exitosa; y además, como dice Sneed “unos pocos fracasos no indican necesariamente el desastre” (*Ibid.*: 306). Y no se buscó teoría alternativa porque esos fracasos iniciales no se repitieron más allá de un tiempo prudencial; por el contrario, como discutimos más arriba, comenzaron a darse experimentos considerados por la comunidad científica como confirmatorios de la hipótesis de violación de paridad. Tal como lo explica Sneed, “solo cuando la teoría fracasa reiteradamente en satisfacer las expectativas es que se considera dejarla de lado” (*Ibid.*: 307).

Para abordar el desarrollo en el tiempo de los distintos experimentos que desembocaron en la confirmación de la teoría de Salam-Weinberg (SLAC, 1979), debe tomarse en cuenta la postura estructuralista acerca de la evolución de una determinada teoría. En el caso de la evolución en el tiempo de la teoría de Salam-Weinberg, la introducción de nuevas leyes como la de la existencia de corrientes electro-débiles neutrales produce un proceso de especialización que da lugar a una “red teórica”. Además, tal ley fue puesta a prueba mediante el testeo empírico de la presencia de violación de paridad. El tratamiento de este nuevo ingrediente de testeo empírico se refleja en la concepción estructuralista en la introducción del concepto de “red teórica pragmáticamente enriquecida” (Stegmuller, 1979) que se obtiene a partir de teorías pragmáticamente enriquecidas, cada una de las cuales es una cuaterna  $\langle M, I, CC, h \rangle$  donde CC es una comunidad científica, y h es un determinado intervalo de tiempo durante el cual CC intenta aplicar M.

En nuestro caso, el período histórico ( $h_i < h_j$ ) estudiado es el que va desde los primeros “fallidos” experimentos para certificar la violación de paridad (1976-77) hasta el experimento decisivo, según la interpretación de Franklin, en Stanford (1979). En términos estructuralistas, se produce en tal intervalo de tiempo una “evolución teórica”, es decir una secuencia que, por una parte, va de R a R' donde R' es obtenida a partir de R por al menos una especialización a partir de R (la teoría de Salam-Weinberg) y que, por otra parte, tiene fuertes “rasgos epistémicos” distintivos relacionados a cuestiones de confirmación de la violación de paridad. En términos más estrictos, se trató de establecer si el conjunto I fue firme (bien confirmado) para todos (unanimidad general) los miembros de CC durante el período  $H^{14}$ .

Es evidente que a lo largo de todo el período 1976-1979, el conjunto I no fue firme. No lo fue al comienzo, y sólo alcanzó tal estatus desde 1979

---

<sup>14</sup> Véase, Stegmuller (1979: 30).

(SLAC) en adelante. La evolución, sin embargo, fue “progresista” porque “el conjunto de las aplicaciones firmes  $N_j$  [1979] incluyó al conjunto de aplicaciones firmes  $N_i$  [1969]”<sup>15</sup>. Hay en este caso un sucesivo crecimiento de aplicaciones firmes.

En verdad, el caso que nos ocupa es, desde la perspectiva estructuralista, un ejemplo de la presencia de tres tipos de progreso científico, (1) progreso teórico, en tanto se produjo un refinamiento de las teorías que constituyen la red teórica en cuestión<sup>16</sup>, (2) progreso empírico pues involucró el sucesivo incremento de las aplicaciones reales de la teoría, y (3) progreso en confirmación en donde elementos de I no aceptados unánimemente como firmes fueron transformados en elementos firmes. Es obvio que si bien se dieron los tres tipos de progreso, la discusión fue básicamente acerca de la existencia (o no) de progreso en confirmación: mientras Franklin y la comunidad de físicos involucrados lo afirmaba rotundamente, Pickering sostenía que había sido “construido”.

Nos resulta claro cómo la versión estructuralista nos permite enriquecer la comprensión de la discusión al introducir modos nuevos de hablar con renovados aportes teórico-epistémicos. Tal enriquecimiento se torna aún más obvio si nos preguntamos si se produjo en algún momento lo que Stegmüller llama “ramificación teórica” y “ramificación progresiva empírica”<sup>17</sup>. En última instancia, ambos tipos de ramificación involucran decisiones de los científicos que van más allá del dominio de la razón teórica y decisiones de razón práctica (no reducibles a cuestiones relativas al apoyo provisto por la evidencia empírica).

Hay ramificación progresiva teórica cuando pueden ser producidos exitosamente dos refinamientos distintos en la red teórica, y si ello ocurriera simultáneamente, acaecería pagando el precio de inconsistencia y de incompatibilidad con los datos empíricos aceptados. Pudo haber tal tipo de ramificación si, al comienzo, ante la incompatibilidad aparente entre la teoría de Salam-Weinberg y los datos empíricos (1976-77), algunos científicos se hubieran inclinado a rechazar la teoría. Pero no fue así, aunque Pickering haya sostenido que hubieron suficientes razones para ello. Tal situación es un claro ejemplo de que las razones en términos de evidencia

---

<sup>15</sup> Stegmüller (1979: 31).

<sup>16</sup> “Si una red  $N'$  es obtenida a partir de una red  $N$  mediante una o más especializaciones, llamamos a  $N'$  un refinamiento de  $N$ ...” (*Ibid.*: 27).

<sup>17</sup> Véase, Stegmüller, *op.cit.*: 33-34.

empírica no agotan la racionalidad científica, y enfatizan, como lo propone Stegmuller, la dimensión práctica de la razón. Tal como lo reconoce Pickering, los científicos siguieron sosteniendo la teoría aunque cierta evidencia empírica no la favorecía, la cual era desde el sistema de valores de la comunidad científica inabandonable por su notable poder unificador (valor para ellos innegociable).

De acuerdo a lo acontecido históricamente con la confirmación de la violación de paridad, debemos concluir que tampoco hubo, desde 1969-70 a 1979, ramificación progresiva empírica; además experimentos posteriores a SLAC confirmaron reiteradamente la violación de paridad.

En relación, pues, con la dinámica de teorías, Franklin y Pickering difieren acerca de qué es para un científico “sostener” o “aceptar” una teoría, lo cual incluye, para la concepción estructuralista, no solo una investigación detallada de cómo la evidencia empírica disponible sostiene o apoya a la teoría (aquí es donde residía el mayor desacuerdo entre Franklin y Pickering), sino también qué modificaciones habría que haber hecho si sus predicciones hubieran fallado, y, al decir de Sneed, quizás muchas otras cosas acerca de la teoría, como, por ejemplo, tener en cuenta el carácter unificador de la teoría, y el carácter no conclusivo *per se* de los ejemplos empíricos no confirmatorios.

## 5. CONCLUSIONES

No hay duda de que, desde un punto de vista epistemológicamente amplio, Pickering se comporta en la polémica como un constructivista social, mientras que Franklin luce como un realista moderado. Ello es así si nos centramos especialmente en el núcleo de la polémica, o sea en cómo se interpretan los datos provistos por un experimento, e incluso, más específicamente si ponemos el acento en la cuestión de cuándo esos datos confirman (o no) a una determinada hipótesis. Creemos que la postura estructuralista (Sneed-Stegmuller) está también más allá de esas posiciones en la polémica; es decir, considera irrelevante aportar nuevas propuestas al respecto. Sneed hasta afirma que “yo no tengo nada que decir acerca de estas cuestiones epistemológicas tradicionales”<sup>18</sup>. Nosotros

---

<sup>18</sup> J. Sneed (1979, 265). Y agrega: “Propongo concentrar todos los requisitos epistemológicos para afirmar que una persona ‘tiene’ la teoría <H, I> en el requisito de



agregaríamos que “no necesita decir” algo más al respecto, porque a él como a todo estructuralista acerca de las teorías físicas les basta con la elucidación de la dinámica de teorías en los términos arriba señalados: describiendo los modos en que los científicos operan y justificando por qué lo hacen.

## 6. REFERENCIAS

- Fine, A. (1996): “Science Made Up”, en P. Galison y D. Stump (eds.), *The disunity of science: boundaries, contexts, and power*, Stanford, Stanford University Press.
- Franklin, A. (1986): *The neglect of experiment*, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1990): *Experiments, right or wrong*, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_ (1988a): “Avoiding the experimenter’s regress”, en N. Koertge (ed.), *A house built on sand*. Nueva York-Oxford, Oxford University Press, pp. 151-165.
- \_\_\_\_\_ (1988b): “Do mutants die of natural causes?”, en N. Koertge (ed.), *A house built on sand*. Nueva York-Oxford, Oxford University Press, pp. 165-180.
- Galison, P. (1987): *How experiments end?*, Chicago-Londres, University of Chicago Press.
- \_\_\_\_\_ (1988): “Multiple constraints, simultaneous solutions”, en A. Fine y J. Leplin (eds.), *PSA 1988*, East Lansing, Michigan, Philosophy of Science Association, pp. 157-163.
- Hacking, I. (1999): *The social construction of what?*, Cambridge-Londres, Cambridge University Press.
- Pickering, A. (1984): *Constructing quarks: a sociological history of particle physics*, Chicago, The University of Chicago Press.
- \_\_\_\_\_ (1991): “Reason enough? More on parity ‘violation experiments and electroweak Gauge Theory””, en A. Fine, M. Forbes y

---

que ella tiene ‘evidencia observacional [al respecto]’. Al hacer esto, admito a la noción ‘evidencia observacional’ como una noción primitiva no analizada. Hago esto no porque crea que la noción no sea problemática, sino sólo porque no tengo nada que agregar a la solución de los problemas conectados con ello”. No nos cabe duda de que Sneed afirmaría que los experimentos relacionados a la hipótesis de violación de paridad desde 1979 (SLAC) proveyeron evidencia observacional a la teoría de Salam-Weinberg.

L. Wessels (eds.), *PSA 1990*, vol. 2, East Lansing, Michigan, Philosophy of Science Association, 459-469.

\_\_\_\_\_ (1992): *Science as practice and culture*, Chicago, University of Chicago Press.

\_\_\_\_\_ (1995): *The mangle of practice. Time, agency and science*, Chicago, University of Chicago Press.

Sneed, J. (1979): *The logical structure of mathematical physics*, Dordrecht-Boston-Londres, D. Reidel Publishing Company.

Stegmuller, W. (1976): *The structure and dynamics of theories*, Nueva York-Heidelberg-Berlin, Springer-Verlag.

Stegmuller, W. (1979): *The structuralist view of theories. A possible analogue of the Bourbaki programme in physical science*, Berlin-Heidelberg-Nueva York, Springer-Verlag.





# Fundamentos y organización de contenidos de la asignatura “Introducción a la Ingeniería” de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina

Héctor Gustavo Giuliano<sup>1</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se fundamenta y despliega la organización de los contenidos, actualmente vigentes, de la asignatura “Introducción a la Ingeniería” de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Pontificia Universidad Católica Argentina. Ella está basada en una articulación conceptual, de elaboración del autor, denominada “modelo de barrilete”. A diferencia de organizaciones de perfil más técnico, el esquema propuesto busca brindar a los alumnos una clave de lectura de la disciplina dentro de un contexto de integración del saber. Se cree que tal formación es necesaria para mediar, de manera no trivial, la gran capacidad de transformación de la ingeniería relacionándola con los entornos culturales y naturales. Se detallan los objetivos que componen cada unidad del programa de la materia cuyos contenidos están basados en desarrollos actuales provenientes de la filosofía de la tecnología y la epistemología de la ingeniería. Se concluye que la

---

<sup>1</sup> Doctor en Epistemología e Historia de la Ciencia (Universidad Nacional de Tres de Febrero), Ingeniero en Electrónica (Universidad Nacional de La Plata), Profesor Titular (Universidad Católica Argentina). Contacto: [gustavo\\_giuliano@uca.edu.ar](mailto:gustavo_giuliano@uca.edu.ar)

organización propuesta permite la incorporación temprana, en la formación de ingenieros, de una pregunta contextual. Esta pregunta se considera de especial relevancia para que los alumnos puedan comenzar a pensar, de manera ampliada, los grandes desafíos del presente como nos invita enfáticamente la encíclica *Laudato Si'* del papa Francisco.

## FUNDAMENTOS

La reflexión sobre la relación que se establece entre los saberes y capacidades de la ingeniería y la conformación de las prácticas e imaginarios sociales ocupa un lugar de importancia en la formación actual de ingenieras e ingenieros. El grado alcanzado del poder de intervención técnica sobre el mundo que ha brindado un creciente bienestar, pero que también ha generado amenazas sociales, culturales y medioambientales, así lo amerita.

La problemática a trabajar en el aula es compleja y el camino a recorrer presenta dificultades didácticas, sobre la base de que resultan necesarias lecturas complementarias a las de las ciencias exactas y fácticas con las que los alumnos se encuentran más habituados a convivir. En este sentido formará parte ineludible de una formación contextualizada conocer y discutir los aportes de la sociología, la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología. Es a través de estos saberes que es dable alcanzar al menos un primer acercamiento a las ciencias sociales y humanas que permita aprehender, o al menos vislumbrar, las complejidades subyacentes en la interpretación del fenómeno tecnológico y su simbiótica relación con el contexto cultural y natural sobre el que los futuros ingenieros actuarán profesionalmente.

Lograr que los alumnos adquieran conciencia crítica de la gran responsabilidad que confiere las capacidades de la ingeniería es un punto de mayor relevancia para desenvolverse en el mundo de hoy que reclama por la solución de múltiples problemas. En concordancia con las recomendaciones para el desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas es momento de perseguir como horizonte formativo la triple frontera de contribuir a lograr un mundo ecológicamente habitable, económicamente viable y socialmente igualitario.

Para que la asignatura “Introducción a la Ingeniería” pudiera aportar a alcanzar estas metas, fue necesario desarrollar un modelo epistemológico que permitiera integrar de manera no forzada las diferentes aristas en

danza. Las visiones clásicas que consideran a la tecnología como “ciencia aplicada” han quedado obsoletas. Como señala Joseph Pitt (2000), del Virginia Tech, los estudios de historia de la técnica que vienen desarrollándose desde mediados del siglo XX permiten hacer emerger una complejidad imposible de ser abarcada por una demarcación que ha quedado estrecha.

Este esquema conceptual se ha dado en denominar “modelo de barrilete”. De manera literal porque sigue un esquema topológico de cuatro nodos interconectados –como se observa en la Figura 1–, pero también de modo figurado en tanto que la imagen permite preguntarse sobre el poder efectivo de control de quienes sostienen el hilo del progreso tecnológico.

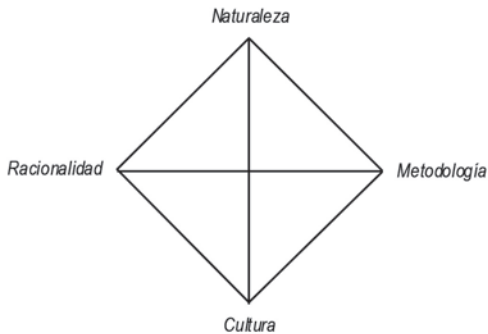


Figura 1. El “modelo de barrilete” permite manifestar las relaciones de tensión presentes en la actividad del ingeniero.

El modelo se encuentra inspirado en el trabajo del filósofo francés Gilbert Simondon (2008), para quien el devenir de la relación entre el hombre y el mundo se presenta escindido entre una *tecnicidad* y una *religiosidad*. La primera se manifiesta en la génesis de los artefactos por vía de la operación de una racionalidad técnica; la segunda da lugar al despliegue de la cultura humanística por intermedio de mediaciones éticas y estéticas. Ambos modos se encuentran en permanente tensión y deben ser compensados por una fuerza de convergencia relacional que mantenga la unidad a pesar de la divergencia.

Como se ha señalado, el “modelo de barrilete” responde a un esquema topológico de cuatro nodos interconectados. Estos son conformados por dos ejes –diagonales del rombo– que se encuentran en permanente tensión: por un lado, el eje definido por la racionalidad y la metodología ingenieriles, y por el otro, el eje delimitado por la naturaleza y la cultura humanística.

Lo que se intenta sugerir con el esquema es que la racionalidad ingenieril, orientada a la resolución de problemas de forma eficiente, presiona a la naturaleza mientras que es interpelada por las prioridades culturales –incluyendo las tendencias políticas y económicas– encargadas de definir qué cuenta y qué no cuenta como problema. Por su parte, la cultura se ve a la vez transformada por la siempre cambiante estructura material produciendo corrimientos no previstos en las escalas de valores que generan inestabilidades sociales. A todo esto, la metodología empleada por la ingeniería encuentra limitaciones, tanto de índole práctica como conceptual, para poder dar cuenta de todas estas relaciones en forma simultánea (Giuliano, 2015).

## DESPLIEGUE

Se presentan a continuación los objetivos mínimos que se persiguen en cada uno de los nodos que conforman el modelo. El programa completo de la materia requiere, además, de unidades de presentación y de cierre que no se detallan aquí dado su carácter general. La organización de las actividades prácticas tampoco es objeto del presente trabajo<sup>2</sup>.

### **Primera temática: la racionalidad**

Su objetivo es abordar la cuestión de la racionalidad que subyace en el saber ingenieril como actividad especialmente orientada a la “resolución de problemas” –transformando la realidad por vía técnica– y mostrar que esta racionalidad es diferente de la científica.

Una contribución central en esta dirección la dan los conceptos asociados de *heurística* y *estado del arte* propuestos por Billy Vaughn Koen (2003), profesor emérito de ingeniería mecánica de la Texas University. A diferencia de la ciencia que debe regirse por una metodología estricta, la ingeniería hace uso de heurísticas, entendiendo a estas como “cualquier cosa que brinde una ayuda plausible para alcanzar o marchar en la dirección de la solución del problema”. Una heurística debe responder a la pregunta pragmática ¿funciona o es útil en un contexto específico? y nunca pier-

---

<sup>2</sup> De todos modos es interesante comentar que una de las actividades prácticas consiste en emplear el modelo para el análisis de casos actuales o históricos de controversias tecnológicas.

den validez, aunque sí pueden caer en desuso. El conjunto de heurísticas disponibles en un tiempo específico definen el *estado del arte*, el cual evoluciona con el tiempo y conforma los lentes con los que los ingenieros miran y actúan sobre el mundo.

Otro aspecto de relevancia para demostrar la diferencia entre ciencia y tecnología se apoya en las características subjetivas presentes en el indicador de *eficiencia*. En este sentido, León Olivé (2000) presenta algunos cuestionamientos que permiten observar la relación de tensión expresada por el “modelo de barrilete”. Olivé indica que la definición del conjunto de objetivos que persigue un diseño no es independiente del estado del arte de la ingeniería –que delimita el horizonte de lo posible– y que la ponderación del conjunto de resultados finalmente alcanzados no es ajena a las concepciones antropológicas e ideológicas que definen nuestro lugar en el mundo y la naturaleza. De este modo, el indicador de eficiencia –que pondera la relación entre los objetivos y los resultados logrados– involucra necesariamente tanto aspectos técnicos como culturales dejando de ser un operador neutral calculado solo sobre bases científicas.

Finalmente es destacable el concepto de restricción propuesto ya en el clásico estudio de Edward Krick (2006) sobre el diseño en ingeniería, el que muestra la importancia que ocupa, a la hora de afrontar la solución de un problema, el “estilo” conformado por las concepciones subjetivas del diseñador, característica cultural que aleja como desacertada la imagen mítica del ingeniero como un agente científico objetivo.

## **Segunda temática: la metodología**

Su objetivo es poner de manifiesto la metodología que se emplea en la confección de un nuevo diseño y mostrar que ella no es patrimonio exclusivo de los ingenieros, sino que existe una imbricada relación que vincula el saber técnico tanto con el entorno cercano de la empresa como con el más lejano de la sociedad.

Uno de los principales aportes analíticos en esta línea es el “principio de la indeterminación de la relación entre forma y función” cuya formalización ha sido desarrollada por Peter Kroes (1998) de la Delft University of Technology de Holanda. Según esta visión, por un lado, los artefactos son objetos con una estructura física definida, y por el otro, son objetos portadores de una función dentro de un contexto humano de uso. Desde el

punto de vista de la estructura, el objeto es definido a través de una serie más o menos compleja de teorías, leyes y propiedades técnicas, mientras que desde la función es visto como una caja negra a la que se asignan entradas y salidas. La relación entre estructura y función no es unívoca, no hay una única estructura que puede deducirse de una dada función ni una única función puede deducirse de una estructura dada. El diseño está subdeterminado técnicamente.

Otro aporte de valor para mostrar la relación del diseño con el contexto cultural la brinda el modelo SCOT (*Social Construction of Technology*) propuesto por Wiebe Bijker (1994) y sus conceptos asociados de “flexibilidad interpretativa”, “mecanismos de clausura” y “marco tecnológico”. Estas nociones permiten observar que el proceso de diseño tiene características contingentes en el sentido de que los problemas solo adquieren relevancia en función de que exista algún grupo social que los reconozca como tales: *no existen problemas ni artefactos aislados de un entorno de intereses*.

De esta forma, la metodología del diseño, comprendida como “la generación y evaluación sistemática e inteligente de especificaciones para artefactos cuya forma y función alcanzan los objetivos establecidos y satisfacen las restricciones especificadas”, excede el dominio del escritorio del ingeniero ampliándose al entorno social asociado (Dym y Little, 2006).

### **Tercera temática: la cultura**

Su objetivo es mostrar que existen distintas posiciones respecto a la relación entre ingeniería y cultura. Como señala el filósofo de la tecnología Andrew Feenberg (2012), por un lado, hay autores que sugieren que la tecnología se despliega mediante un proceso de características autónomas mientras que otros opinan que tiene que ser posible su control por parte de la sociedad. También muestra que la opinión valorativa es ambigua, en tanto que para unos la tecnología es un instrumento neutral, mientras que para otros está cargada de valores e intereses.

Los que apoyan la neutralidad y la autonomía –determinismo– asumen que la tecnología sigue una línea de progreso autorreferenciada que determina “natural e inevitablemente” (de aquí la neutralidad) el camino de la evolución humana. Las consecuencias no previstas de la innovación son contingentes y serán resueltas con más y mejor tecnología, de acuerdo con las características propias de un proceso evolutivo autorregulado.



La concepción que propone que la tecnología no puede concebirse como moralmente indiferente y admite la imposibilidad de control –substantivismo– suele manifestarse de manera pesimista, asignando valores negativos al desarrollo tecnológico. Para los adherentes a esta mirada, la tecnología no es neutral, ya que sesga las posibilidades sociales de acuerdo a un programa que se ha vuelto autónomo, sin control humano, y que conlleva serios aspectos negativos de peligrosidad para la sociedad y la cultura. Contrariamente a sus promesas de libertad, la tecnología terminará vaciando y esclavizando la vida del hombre.

Para quienes defienden la neutralidad pero que admiten la posibilidad de control –instrumentalismo– la tecnología no es ni buena ni mala en sí misma. Su carácter positivo o negativo depende de cómo se empleen los conocimientos, las técnicas y los artefactos que ella hace posible: la tecnología es sólo un instrumento neutral para obtener fines determinados por un agente exterior. Las valoraciones morales sólo surgen ante la elección de los fines a perseguir, ya que son estos los que pueden ser buenos o malos.

Por último, se encuentran los que enmarcan a la tecnología en sí misma dentro del terreno de lo político –teoría crítica– y afirman que ya en la etapa temprana de diseño se ponen en juego valores que condicionan decisivamente la cultura. Esta idea asume que se debe ejercer algún tipo de control en la etapa de modelado inicial que preferentemente expanda las posibilidades de participación democrática.

Al ocupar la tecnología un espacio esencial en la cultura contemporánea y en el desarrollo de nuestras sociedades, la diversidad de opiniones descripta tiene implicancias normativas de peso. Las estrategias para la acción y el tipo de soluciones ingenieriles que se derivan de cada mirada disponen de alcances diferentes por lo que no son inocuas para la formación y la práctica de la disciplina.

#### **Cuarta temática: la naturaleza**

Su objetivo es presentar la relación controversial que se establece entre ingeniería y naturaleza en el marco del desarrollo sostenible.

Según la Organización de las Naciones Unidas, el desarrollo sostenible es aquel que "permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometerlas para las generaciones futuras".

ter la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”. Sin embargo, algunos autores señalan que esta definición es ambigua y deja muchos interrogantes abiertos en tanto no especifica con claridad qué debe ser sostenido, ni por cuánto tiempo, ni qué debe ser desarrollado (Kates, 2005).

Estas imprecisiones han dado lugar a diversos abordajes desde la ingeniería que incluyen propuestas como el diseño para el medioambiente y la ecoeficiencia (Fiksel, 1997), el diseño de la cuna a la cuna (Braungart y McDonough, 2005), la ingeniería y gestión de los sistemas de la Tierra (Allembly, 2005) o los supuestos de los filósofos decrecentistas que proponen otra relación posible entre el hombre y la naturaleza (Latouche, 2009).

Para los primeros se trata de seguir los principios de *prevención de la contaminación y de mejora continua* que permitan alcanzar paulatinamente a una ingeniería amigable con el medioambiente. Sin embargo para los partidarios de *la cuna a la cuna* se debe proponer una estrategia de cambio. No se trata de buscar una opción menos dañina sino de repensar la totalidad del proceso de diseño en sí mismo. Se trata de desarrollar una nueva perspectiva que en lugar de pensar en controlar la naturaleza, proponga aprender de ella, seguir y conservar sus ciclos pactando una declaración de compromiso, de interrelación y no de independencia con ella.

Por su parte, para los partidarios de *la ingeniería y gestión de los sistemas de la Tierra* la imbricación de los sistemas naturales con los humanos ha llegado a tal interdependencia que ya no alcanza para comprender su comportamiento los dominios de lo científico y lo técnico, sino que se deben incluir en pie de igualdad muchas disciplinas de las ciencias sociales. Ya no hay estado natural al cual volver, se trata de decidir racional y éticamente, en un mundo con diferentes culturas, valores y prioridades, hacia dónde ir.

Por último, para *los movimientos decrecentistas* se debe asumir que vivimos en sociedades que basan su economía en el derroche y el exceso, lo que es incompatible con un mundo finito. Se debe marchar en una reforma del modo de vida propuesto por la modernidad, lo que no significa un retorno a otras formas del pasado, sino una salida hacia adelante que permita adecuar el estándar de vida con las reales capacidades físicas del planeta.

Nuevamente, se observa aquí una disparidad de criterios que no es inocua para el ejercicio de la ingeniería.

## RESULTADOS

La aplicación de la nueva organización temática de la asignatura “Introducción a la Ingeniería”, basada en el “modelo de barrilete”, ha permitido transmitir a los alumnos con mayor fluidez los conceptos que se entienden relevantes para una formación en ingeniería contextualizada. Los resultados alcanzados, evidenciados mediante la participación en las clases, la profundidad de los debates generados en torno de los trabajos prácticos y las devoluciones en las etapas de examinación muestran que el modelo logra, en buena medida, superar la fragmentación de la que adolecían los enfoques previos.

Como sugiere Gene Moriarty (2000), la ampliación de la educación tecnológica requiere incorporar una nueva clase de pregunta durante el período de formación. Así como en sus comienzos los estudios de ingeniería estaban fundamentalmente asociados a conocer *cómo* funcionan los distintos mecanismos; así como, señalando un giro importante, se sumó al abordaje anterior la inclusión de las ciencias exactas necesarias para conocer *por qué* los mecanismos funcionan de la manera en que lo hacen; ahora, frente a la realidad y los desafíos de la época actual, es tiempo de sumar una tercera aproximación relacionada con preguntas contextuales que abran la interrogación por los fines: *para qué y para quién funciona y cuáles son sus costos y consecuencias amplias*. La organización de contenidos propuesta logra que esta pregunta por los fines no sea entendida como impuesta “desde afuera”, sino como constitutiva de una racionalidad ingenieril más amplia.

En definitiva, con todas sus limitaciones, se espera que mediante la organización dispuesta docentes y alumnos puedan visualizar, con mayor claridad, que las consecuencias socioambientales de la ingeniería no son externalidades inevitables de un progreso tecnológico unidimensional, sino que se encuentran intrínsecamente relacionadas con la práctica del diseño; contribuyendo a promover, por esta vía, la necesidad de una genuina e imprescindible integración del saber que amplíe el horizonte formativo de los futuros ingenieros.

## REFERENCIAS

Pitt, J. (2000): *Thinking About Technology, Foundations of the Philosophy of Technology*, Seven Bridges Press, Nueva York.

- Simondon, S. (2008): *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Prometeo, Buenos Aires.
- Giuliano, H. G. (2015): *La ingeniería: una introducción analítica a la profesión*, Nueva Librería, Buenos Aires.
- Koen, B. V. (2003): *Discussion of the method: Conducting the engineer's approach to problem solving*, Oxford University Press, USA.
- Olivé, L. (2000): *El bien, el mal y la razón*, Paidós, México.
- Krick, E. (2006): *Introducción a la ingeniería y al diseño en ingeniería*, Limusa, México.
- Kroes, P. (1998): "Technological explanations: The relation between structure and function of technological objects", *Techné*, Vol. 3, Nº 3, pp. 124-134.
- Bijker, W., T. Hughes y T. Pinch (1994): *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*, MIT Press, Massachusetts.
- Dym, C. y P. Little (2006): *El proceso de diseño en ingeniería: Cómo desarrollar soluciones efectivas*, Limusa Wiley, México.
- Feenberg, A. (2012): *Transformar la tecnología. Una nueva visita a la teoría crítica*, UNQ Editora, Bernal.
- Kates, R., T. Parris y A. Leiserowitz (2005): "What is sustainable development?", *Environment: Science and policy for sustainable development*, Vol. 47, Nº 3, pp. 8-21.
- Fiksel, J.: *Ingeniería de diseño medioambiental: Desarrollo integral de productos y procesos ecoeficientes*, McGraw Hill, Madrid.
- Braungart, M. y W. McDonough (2005): *Cradle to cradle: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas*, McGraw-Hill, Madrid.
- Allenby, B. (2005): *Reconstructing Earth: technology and environment in the age of humans*, Island Press, Washington D.C.
- Latouche, S. (2009): *Farewell to growth*, Polity Press, Cambridge.
- Moriarty, G. (2000): "The Place of engineering and the engineering of place", *Techné*, Vol. 5, Nº 2, pp. 83-96.





# Efectos de la hipercompetitividad en el área de las biociencias: crisis del sistema postdoctoral

Karina Alleva<sup>1</sup>

Dentro del espectro de disciplinas científicas, las áreas del sistema actual de Investigación y Desarrollo (I+D) que se dedican a estudios biológicos y biomédicos, también llamadas biociencias, han logrado importantes progresos en las últimas décadas. En este sentido se plantea que, particularmente en países desarrollados, estas disciplinas estarían atravesando lo que algunos autores denominan una “época dorada” (Alberts *et al.*, 2014). Sin embargo, desde hace algunos años se empieza a reconocer que el sistema actual tiene algunas deficiencias que pueden pensarse como sistémicas y que, sin duda ameritan atención. Uno de los problemas más acuciantes es el retraso en la *inserción de jóvenes investigadores* con puestos estables al sistema científico. Para comprender esta situación es necesario analizar algunas de las particularidades del área de las biociencias.

El área de las biociencias es un sector de alta dependencia de fondos (sean públicos o privados), ya que debido a su carácter netamente experimental requiere insumos y equipamientos en forma constante. El crecimiento exponencial que el área ha venido sosteniendo en las últimas décadas, sumado a esta alta dependencia de fondos, desembocó en una situación que algunos autores denominan como de *hipercompetitividad*. Esta situación se alcanza porque los fondos disponibles son insuficientes en comparación con los

---

<sup>1</sup> Doctora en Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Especialista en Educación y Nuevas Tecnologías (FLACSO), Actualmente, Profesora Asociada (Universidad de Buenos Aires) e Investigadora Adjunta (CONICET). Contacto: kalleva@ffyb.uba.ar

fondos que los equipos de investigación existentes necesitan para trabajar de manera adecuada. En la mayor parte de los sistemas I+D los fondos para investigar están constituidos por subsidios que se otorgan a proyectos que luego de ser evaluados por sistemas complejos, entre los que se encuentran comisiones de expertos y pares evaluadores, deben superar algún valor de corte establecido por quienes evalúan. En estas evaluaciones no solo el proyecto presentado es analizado, sino que también se toma en cuenta la productividad<sup>2</sup> y los antecedentes del equipo de trabajo que lo llevará adelante. Así, la competencia por la obtención de financiación y puestos de trabajo estable se tornó demasiado alta en todas las regiones del planeta. Este modo de competir por recursos escasos en el área de las biociencias ha sido caracterizado, por el economista Freeman, como compatible con una estructura económica “de torneo” (Freeman *et al.*, 2001). En este tipo de competición, pequeñas diferencias de productividad científica se amplifican en grandes diferencias tanto en disponibilidad de recursos financieros como en reconocimiento académico. Uno de los puntos sensibles y problemáticos de esta situación de hipercompetitividad es el marcado retraso en la edad de incorporación de jóvenes investigadores independientes al sistema científico.

El impacto de la hipercompetitividad en la incorporación de jóvenes investigadores se comprende cabalmente si se considera a la arquitectura de los equipos de investigación como una de las piezas centrales de amortiguación de la dinámica ciencia-economía. Los grupos de investigación del área de las biociencias están conformados en general por individuos con estudios de postgrado, en particular, con estudios doctorales terminados o en curso. En cada grupo se encuentran: (i) al menos un investigador formado (que dependiendo del mayor o menor grado de independencia son quienes llevan adelante las decisiones sobre las líneas de trabajo a investigar en el grupo y quienes suelen conseguir los fondos para realizar dichas investigaciones), (ii) investigadores en formación (entre los que se incluyen a estudiantes de doctorado y a doctores realizando su formación postdoctoral o postdocs) y, (iii) en algunos casos, puede haber además personal de apoyo (personal técnico y profesional con diferente grado

---

<sup>2</sup> La productividad en esta área se mide a partir de publicaciones en revistas especializadas y de la generación de patentes. En el caso de las publicaciones, además, es importante el lugar que se ocupa en la autoría —un primer autor suele representar a quien realiza los experimentos mientras que el último lugar suele ser de quien dirige la investigación, siendo los lugares intermedios representativos del diferente grado de colaboración. También se consideran las citas que las publicaciones generan y la calidad de la revista en la que se publica.

de capacitación específica) o estudiantes de grado realizando pasantías de investigación. Esta composición de los grupos se da de manera similar en todas las regiones, aunque en los países desarrollados suele haber mayor número de postdocs<sup>3</sup> en cada grupo que lo que se encuentra, por ejemplo, en Latinoamérica.

La hipercompetición antes mencionada repercute en estos grupos de investigación de diferentes maneras. Por un lado, la presión por lograr mejores posiciones en la competición se evidencia en una creciente desproporción entre la productividad científica y la producción de nuevo conocimiento. Por otro lado, las bajas probabilidades de obtener un subsidio hacen que los proyectos tiendan a presentar bajo nivel de riesgo en el planteo de las hipótesis a ser investigadas con la consecuente disminución en la creatividad de las investigaciones desarrolladas. Además, se evidencia un importante aumento del tiempo que los investigadores formados deben destinar a escribir proyectos para conseguir financiamiento. Este aumento del tiempo destinado a buscar fondos suele repercutir en una reducción del tiempo destinado a realizar investigaciones y dirigir recursos humanos. Así, una gran parte de los experimentos que se realizan en el marco de las líneas de investigación de este área son llevados adelante por personal en formación y, sin duda, los integrantes del grupo más capacitados para realizar estas tareas son los investigadores en estadio postdoctoral. El crecimiento exponencial que ha tenido el área de las biociencias y la escasez de fondos necesarios para que ésta se desarrolle en forma adecuada no solo impacta en la competencia por recursos para realizar investigaciones, sino que también impacta en el número de puestos fijos disponibles para incorporar, en forma estable, a los doctores que el mismo sistema genera. Así, el sistema científico, en particular en las áreas biológicas y biomédicas, se ha desarrollado de modo tal que los grupos dirigidos por un investigador principal requieren jóvenes altamente formados para desarrollar experimentos y colaborar en la formación de estudiantes de doctorado, pero estos mismos jóvenes investigadores se tornan un problema si una vez formados comienzan a competir por financiamiento. Así, las contrataciones en formato postdoc se extienden en el tiempo por períodos breves y con bajos salarios como consecuencia de la hipercompetitividad que acucia al sistema. En la Argentina, solo es posible tener una beca postdoctoral por un período de dos años, pero este formato no es muy común en muchos de los países desarrollados donde los jóve-

---

<sup>3</sup> Conocer el número exacto de postdocs dentro del sistema científico es muy complicado dada la dispersión del tipo de contratación que se da para estos investigadores (Stephan *et al.*, 2014).

nes científicos suelen pasar de beca en beca entre 4 y 10 años, moviéndose muchas veces de país en país, por períodos postdoctorales que pueden durar desde 6 meses hasta 2 años (Kahn y Ginther, 2017). En este contexto, el gran aumento que se evidencia año a año en el número de postdocs en el área de las biociencias a nivel mundial no solo se debe a que se incorporan al sistema personas que desean ser investigadores en esta área, sino también a que muchos investigadores jóvenes que han obtenido su título de doctor permanecen en la fase postdoctoral por más tiempo que el deseado por falta de puestos fijos.

La falta de puestos fijos en el área de las biociencias es, desde hace algunos años, preocupante. En los Estados Unidos, la fracción de doctorados que consigue un trabajo estable en el ámbito científico 5 años después de la obtención de su título de doctor disminuyó notablemente en las últimas décadas (National Science Board, 2014)<sup>4</sup>. No todos los países presentan datos sobre esta situación, pero es un fenómeno que con particularidades locales se repite: mientras el número de posiciones postdoctorales aumenta, los puestos fijos no lo hacen.

La situación de los postdoctorados ha sido revisada y cuestionada durante los últimos años, tanto por los propios jóvenes investigadores como por algunas instituciones (McDowell *et al.*, 2014; Petsko *et al.*, 2014). Como señalan McDowell y colaboradores (McDowell *et al.*, 2014), se empieza a aceptar que la fase postdoctoral no es solamente una etapa de formación sino que constituye, a su vez, un período en el que un investigador joven se dedica a contribuir significativamente con los objetivos de investigación del investigador independiente hasta tanto logre conseguir un puesto fijo. Es importante señalar que una vez que los jóvenes investigadores consiguen posiciones fijas el problema no desaparece instantáneamente. En los países desarrollados, los jóvenes investigadores deben esperar actualmente un promedio de entre 4 y 5 años para obtener su primer subsidio. Por ejemplo, mientras que en los Estados Unidos el 16 % de los subsidios eran obtenidos por jóvenes de menos de 36 años en los años ochenta, la población de este rango de edad que actualmente recibe subsidios bajó al 3 % (National Institutes of Health, 2012). Situaciones similares se registran en varios países. Algunos científicos señalan que una de las causas del colapso que está a punto de vivir el área de las biociencias está en el haber asumido por años

---

<sup>4</sup> En los Estados Unidos, especialmente en el área de las biociencias, la proporción de doctores que logran una posición estable en la Universidad es cercana al 26 % (National Institutes of Health, 2012).



que el sistema de investigación se expandiría indefinidamente (Alberts *et al.*, 2014). Este tipo de planteos se agudizaron en los últimos tiempos, ya que el sistema de investigación en biociencias viene sufriendo, en los países centrales, recortes de presupuesto (Izsak *et al.*, 2013). Así, algunos diagnósticos señalan que se están formando más científicos que las posiciones que hay disponibles en la academia e institutos de investigación, incluso más científicos de los que el sector privado puede absorber (Alberts *et al.*, 2014).

Este panorama de crisis del sistema postdoctoral en los países desarrollados no es nuevo sino que, al parecer, viene desarrollándose desde hace al menos 15 años. Sin embargo, en los últimos años se han agudizado los reclamos de reforma del sistema; incluso se plantea que debe reducirse el número de ingresantes a la carrera de doctorado en función de los puestos futuros disponibles (Taylor, 2011; Alberts *et al.*, 2015). Si bien no es claro aún que haya habido disminución en la cantidad de becas postdoctorales ofrecidas, al momento, algunos países centrales, como es el caso de Francia, han limitado el tiempo en que un joven investigador puede pasar en la etapa postdoctoral.

Ahora bien, ¿por qué nos debemos preocupar por los datos que surgen de los países desarrollados? Por un lado, porque es allí a donde los jóvenes doctores del área de las biociencias graduados en Latinoamérica suelen ir a realizar sus estancias postdoctorales con la idea de regresar a su país cuando sus tasas de productividad le permitan obtener localmente un puesto fijo. En este contexto, se puede comprender por qué disminuir la tasa de inserción de jóvenes investigadores en América Latina podría ser un problema importante. No solo la falta de estos recursos humanos generaría discontinuidades en el desarrollo del sistema de I+D local, sino que dada la crisis del sistema postdoctoral de los países centrales la migración no parece ser una salida laboral adecuada. Es decir, en la situación actual no es posible pensar en que una nueva fuga de cerebros jóvenes ocurra si hay recortes en nuestra región. Así, una retracción del sistema científico de los países periféricos podría implicar que personas con alta formación científica queden fuera del mismo tanto regional como internacionalmente. Son varias las instituciones que ya están recomendando abandonar el sistema de postdoctorados y ofrecer a los jóvenes investigadores contratos laborales no precarios. Sin duda, el aumento de investigadores jóvenes con contratos laborales dignos mejoraría las condiciones de trabajo de los equipos de investigación pero, además, esto descomprimiría la presión por aumentar la productividad solo como medio para la obtención de puestos fijos y daría, a su vez, espacio al desarrollo de proyectos de investigación que puedan generar un genuino aumento en la producción de conocimiento.

## REFERENCIAS

- Alberts, B. *et al.* (2014): “Rescuing US biomedical research from its systemic flaws”, *Proc Natl Acad Sci, U.S.A.*, 111, pp. 5773-7.
- Fremann, R. *et al* (2001): “Competition and careers in biosciences” | Science | AAAS, *Science*, (80), 294, pp. 64-65.
- Izak, K. *et al* (2013): Impact of the crisis on research and innovation policies - Study for the European Commission DG Research, Directorate C – *Research and Innovation*.
- Kahn, S. y D.K. Ginther DK (2017): “The impact of postdoctoral training on early careers in biomedicine”, *Nat Biotechnol*, 35, pp. 90-94.
- McDowell, G.S. *et al* (2014): “Shaping the future of research: a perspective from junior scientists”, *F1000 Research*, 3, p. 291.
- National Institutes of Health (2012): “Biomedical research workforce working group report”, *National Institutes of Health*, Bethesda, MD, pp. 1-156.
- National Science Board (2014): “National Science Board: science and engineering indicators”.
- Petsko, G.A. *et al* (2014): *The postdoctoral experience revisited*. National Academy Press.
- Stephan, P. *et al.* (2014): “International competition for PhDs and postdoctoral scholars: what does (and does not ) Matter”, *NBER Innov Policy Econ Conf*, 36.
- Taylor, M. (2011): “Reform the PhD system or close it down”, *Nature*, 472, p. 261.





Maristella Svampa y Enrique Viale  
Maldesarrollo. La Argentina  
del extractivismo y el despojo  
Buenos Aires, Katz, 2014, 425 pp.

Julietta Gauna Zotter y Melina Rey<sup>1</sup>

Durante las tres últimas décadas del siglo XX emergieron distintos conceptos con la finalidad de cuestionar el desarrollo y proponer una nueva alternativa. Comenzando en 1972, Donella Meadows, junto con otros autores, entre ellos, su esposo Dennis Meadows, escribieron *Los límites del crecimiento*. En este informe, se denuncia la sobreexplotación de la naturaleza y su incompatibilidad con un sistema económico fundado en el desarrollo, comprendido como un crecimiento sin límites. A partir de este informe con fuertes críticas al capitalismo, el tema ambiental ingresó en la agenda mundial.

A finales de la década del ochenta, la Comisión de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo propuso una innovadora idea que pareciera ser una nueva forma de progreso y crecimiento: “desarrollo sostenible”. Este concepto fue definido como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades<sup>2</sup>.

Las nuevas propuestas de desarrollo no podrían ser llevadas a cabo sin un nuevo marco jurídico que contemplase el medio ambiente. A partir de la falta y necesidad de prin-

---

<sup>1</sup> Estudiantes avanzadas de Ingeniería Ambiental (Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina). Contactos: juli.gauna@hotmail.com - melirey@live.com

<sup>2</sup> *Nuestro futuro común*, informe Organización de las Naciones Unidas, 1987. Algunos autores, como Ignac y Sachs, vetaron el término “desarrollo sostenible”, ya que parecía cargar con una serie de contradicciones, incluso desde el punto de vista gramatical, y propusieron reemplazarlo por el de “ecodesarrollo”.

principios jurídicos ambientales, en 1992, fueron enunciados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro. Svampa y Viale destacan en su libro dos de estos nuevos principios jurídicos ambientales y los diferencian según el objeto de su accionar: *el principio precautorio*, que actúa sobre riesgos inciertos; y *el principio preventivo*, que actúa sobre riesgos ciertos<sup>3</sup>. Estos principios no siempre funcionan como deberían, e incluso pueden ser mal interpretados de modo tal que favorezcan la actividad económica ilimitada sin importar su efecto e impacto en el medio ambiente y los seres vivos potencialmente afectados.

En los últimos años, los países centrales impulsaron un modelo denominado “economía verde con inclusión”:

Una economía verde debe mejorar el bienestar del ser humano y la equidad social, a la vez que reduce significativamente los riesgos ambientales y las escaseces ecológicas. En su forma más básica, una economía verde es aquella que tiene bajas emisiones de carbono, utiliza los recursos de forma eficiente y es socialmente incluyente. En una economía verde, el aumento de los ingresos y la creación de empleos deben derivarse de inversiones públicas y privadas destinadas a reducir las emisiones de carbono y la contaminación, a promover la eficiencia energética así como el uso de los recursos, y a evitar la pérdida de diversidad biológica y de servicios de los ecosistemas. [...] El concepto de economía verde no sustituye al de desarrollo sostenible (Svampa y Viale, 2014, p. 52).

Este modelo considera que las funciones de los ecosistemas pueden ser tratadas como mercancía y, por tanto, que esos servicios deben cobrarse. De este modo, como los bienes comunes solo son verdaderamente valorados por su precio, el mejor modo de proteger el ambiente es haciéndolo formar parte del sistema de precios. Svampa y Viale denuncian que el concepto de economía verde no abandona la relación entre desarrollo y crecimiento; más bien, enmascara el extractivismo y lo exagera, al mercantilizar la naturaleza.

Los autores entienden como modelo de desarrollo actual el “Consenso de los Commodities”, que conlleva ideas tales como “territorio eficiente y productivo” e ignora tanto el medio ambiente como las economías locales y, por lo tanto, las necesidades de las poblaciones. Esta situación

---

<sup>3</sup> Se entiende como riesgo cierto el conocimiento de una correlación causa-efecto o causa-impacto.

lleva a una marcada dependencia del mercado internacional, luchas sociales y “áreas de sacrificio”<sup>4</sup>, es decir, territorios valorizados cuya utilización regional no tiene lugar frente al modelo extractivista, lo que los convierte en socialmente vaciables.

El “Consenso de los Commodities” tiene lugar en países con ideologías tanto progresistas como conservadoras. El Estado, en estos casos, tiene dos grandes áreas de influencia. Por un lado, es una institución productora, reguladora y de redistribución, pero, por otro lado, se presenta con un marcado protagonismo económico ligado a intereses multinacionales.

Este modelo de desarrollo en sus inicios se planteaba como un acuerdo tácito, pero cada vez se encuentra más evidenciado. El pro-extractivismo en Latinoamérica se encuentra vinculado a la ilusión desarrollista que finalmente recae en una ideología de resignación, no pudiendo concebir otra forma de desarrollo que no sea mediante la sobreexplotación de recursos y la ruptura de los límites territoriales presupuestos para cada actividad. Los megaproyectos son los claros beneficiarios de este modelo, a pesar de la violencia que generan en los pueblos al ver coartadas sus libertades y derechos, acrecentando la desigualdad tanto en el plano económico como social.

En definitiva, esta situación lleva a una regresión de la democracia, mediante la ignorancia de la voluntad popular y la falta de presencia estatal a la hora de los controles ambientales, olvidando por completo el “desarrollo sostenible”. Cabe, entonces, preguntarse qué ocurre con la aplicación de los principios ambientales en estas situaciones, que pareciera que no existe.

El extractivismo se plantea, por tanto, como la base de las crisis contemporáneas, dando lugar a grandes problemáticas sociales y ambientales a nivel mundial, en el marco de un modelo fundado en el consumo y la utilización indiscriminada de los recursos naturales.

Desde otra óptica, realizando un análisis sociológico de la situación, los autores resaltan cómo a través de la historia, aun cuando el hombre fue

---

<sup>4</sup> En general, las “áreas de sacrificio” no son tomadas arbitrariamente por los proyectos extractivos, sino que los superficiarios, es decir, los dueños de estas tierras, reciben una retribución económica por estas, y en algunos casos también se les brinda acceso a servicios tales como energía eléctrica o gas natural. El principal problema que existe en la Argentina es que los dueños de las tierras suelen ser pueblos originarios que no poseen el título de la tierra. Es por eso que sufren de graves injusticias, ya que no solo pierden su tierra sino también su sustento (suelen ser agricultores o ganaderos) y no reciben indemnización alguna.

relacionándose de distintas formas con el medio ambiente, la visión antropocéntrica ha estado siempre presente:

El ser humano se desconectó de la naturaleza, la concibió como objeto de conocimiento, luego como objeto de dominación y, finalmente, como una mera mercancía. [...] Avanzada la modernidad, se consolidó un paradigma del individuo cuya relación con los “otros” es de dominación y explotación, un concepto del individuo como un ser desarraigado, con los lazos colectivos debilitados y fragmentados (ídem, pp. 55-56).

En este contexto se plantea el concepto de “Maldesarrollo”, definido por los autores como advertencia de la insostenibilidad del modelo de desarrollo actual, desde una dimensión social, económica, cultural y política, marcando el fracaso del desarrollo e implantando el concepto de “malvivir” de las sociedades actuales. Los ejes principales del “Maldesarrollo” son la pobreza y la desigualdad, el deterioro del ambiente, la falta de equidad de género y el truncamiento del concepto de libertad y los derechos humanos. Se trata de una continuación del proceso de colonización, exclusión de la mujer y destrucción progresiva de la cultura, destruyendo el modelo de vida sostenible, desviando la atención de la satisfacción de las necesidades de subsistencia a la producción de bienes materiales, violando la armonía del hombre con la naturaleza, y del hombre con la mujer<sup>5</sup>.

El gran desafío que nos propone este libro es el de pensar una alternativa al desarrollo, por medio de la adquisición de nuevos “conceptos-horizonte”.

Los “conceptos-horizonte” son los ejes que permitirían modificar el actual paradigma de relación del hombre con el medio ambiente: “buen vivir”, “bienes comunes”, “derechos de la naturaleza”, “ética del cuidado”. Esta terminología debería comenzar a formar parte no solo de nuestro vocabulario sino también de nuestra forma de pensar y actuar.

La propuesta del buen vivir se basa en la relación equilibrada del hombre con la naturaleza y consigo mismo. Como el hombre es considerado parte integrante de la naturaleza, la explotación desmedida del ambiente no es una posibilidad. La “Justicia ambiental” es el punto articulador y central de todos los “conceptos-horizonte”. Entonces se plantea la naturaleza como sujeto de derechos, los cuales no suponen una naturaleza

---

<sup>5</sup> Los autores destacan la cara negativa del crecimiento y del progreso y no se analizan en ningún momento las implicancias positivas que también tienen.

virgen, sino que se respetan y defienden los sistemas naturales asegurando su regeneración.

Esto implicaría un cambio de paradigma, donde la naturaleza tiene un valor propio, en sí mismo, completamente independiente de su utilidad o rentabilidad definida por el hombre. En este contexto, los autores proponen una salida a la mirada antropocéntrica de la naturaleza planteando una postura sociobiocéntrica, aceptando los valores intrínsecos del medio que nos rodea, dejando de lado el crecimiento económico ilimitado para lograr una economía solidaria y sustentable con otras relaciones de producción. También plantean el abandono de la idea de consumismo y mercantilismo tan instalada en la sociedad, destruyendo las relaciones entre una mejor vida y consumismo, desarrollo y calidad de vida.

El sociobiocentrismo exige una relación de igualdad entre los seres humanos y la naturaleza. Esta propuesta implica: “Contar con otro campo de la Justicia, la Justicia ecológica, cuyo objetivo no será cobrar multas por los daños ocasionados, sino la recomposición ambiental con independencia de su costo económico” (Svampa y Viale, 2014, p. 367). En esta última sentencia no se tiene en cuenta la siguiente consideración: el costo económico no es la única restricción para la “recomposición” ambiental. La “recomposición” ambiental a su condición “normal” u original una vez hecho el daño no suele ser posible, dependiendo del medio contaminado y su magnitud. La restitución de la naturaleza a una situación original previa no es posible debido a que los ciclos de la naturaleza sobrepasan los tiempos del hombre y son complejos, por eso cualquier modificación implica muchos cambios irreversibles. Por eso, aunque es posible transformar la naturaleza a una situación similar a la previa, se puede lograr en distintos grados de semejanza con el estado original, según el medio contaminado (independientemente de los costos), y por eso consideramos que existe una amplia brecha entre la realidad y la terminología de recomposición o restitución.

Con el objetivo de ejemplificar, si una empresa minera utiliza explosivos en una montaña para obtener determinado producto, el medio suelo no volvería a ser el mismo, aun siendo “rellenado por un suelo de rocas de características parecidas”, ya que uno no puede reconstruir la misma montaña que había antes, aun con las mejores medidas técnicas, las condiciones han sido modificadas irreversiblemente. Por eso, la Justicia ecológica no solo nos parece irreal sino también ineficiente, ya que es preferible, –y mucho más eficiente–, la prevención, considerada como la toma de medidas de control sobre los procesos productivos para evitar la contaminación de los medios ambientales.

El bien común se plantea, entonces, por un lado, como un recurso o un bien que por su definición como patrimonio, sea social, cultural o natural forma parte de la comunidad, con un valor superior a cualquier precio. Pero, por otro lado, el concepto de bien común también puede ser aplicado en otro nivel, la relación de cooperación social o “*ethos* promunal”.

Los autores proponen un plan de transición a una “sustentabilidad superfuerte”<sup>6</sup> fundada en dos niveles. Por un lado, políticas públicas macrosociales con el acento puesto en el control del consumo desmedido y, por lo tanto, la producción, llevando a la erradicación de la pobreza y, por otro lado, la detección y valoración de alternativas al desarrollo ya existentes a nivel regional.

La primera fase de la transición es el pasaje del “extractivismo depredador” a un “extractivismo sensato”, donde se cumplan estrictamente las normas tanto sociales como ambientales, con intensos controles que permitan la internalización de los impactos. El segundo paso implica un enfoque en actividades extractivas únicamente esenciales, de acuerdo a los requerimientos regionales y nacionales, en pos de la calidad de vida de las personas. De este modo, se lograría un redimensionamiento sustantivo, donde permanecerán aquellos proyectos genuinamente necesarios que cumplan condiciones sociales y ambientales y estén vinculados a cadenas económicas nacionales y regionales.

El concepto de proyectos esenciales o necesarios debería estar bien definido y delimitado, ya que, la línea divisoria entre necesidades básicas y calidad de vida no es clara o, más bien, depende de quien la defina. Es un tema que debería ser profundizado, ya que, aunque hay necesidades básicas indiscutibles, como alimento, vivienda, salud, trabajo, educación, hay otras que se encuentran en zonas grises.

---

<sup>6</sup> La sustentabilidad superfuerte sostiene que el ambiente debe ser valorado de muy diferentes maneras además de la económica: también existen valores culturales, ecológicos, religiosos o estéticos, que son tanto más importantes. [...] Enfatiza el concepto de “patrimonio natural”, entendido como un acervo que se recibe en herencia de nuestros antecesores y que debe ser mantenido, legado a las generaciones futuras, y no necesariamente vendible o comprable en el mercado. [...] La sustentabilidad superfuerte se apoya en gran medida en una nueva ética, en la que, en esa pluralidad de valores, se acepta que la naturaleza tiene valores que son propios a ella y que son independientes de la utilidad que puedan tener para el ser humano. Por el contrario, la sustentabilidad débil particularmente tiene una perspectiva utilitarista y antropocéntrica (Gudynas, 2009, tomado de Svampa y Viale, 2014, p. 381).



Por ejemplo, el medio de transporte puede ser considerado una necesidad básica y esencial que necesita ser cubierta. En el caso de que esté contemplada como una situación que justifica la actividad extractiva, se plantean preguntas tales como: ¿Incluye la extracción de los materiales utilizados como materia prima para la construcción del vehículo hasta su combustible en caso de necesitarlo? ¿Son bicicletas, motocicletas, automóviles o transporte público en general? ¿Esta medida no infringe las libertades de las personas a adquirir el vehículo que deseen o utilizar el medio de transporte que consideren más conveniente? ¿Los megaemprendimientos necesarios para la fabricación y todos los negocios adjuntos, por ejemplo, cocheras para el estacionamiento del vehículo, están permitidos?

Debido a que hay una gran variedad de posibilidades de implementación de esta fase de la alternativa y surgen interrogantes, es importante recalcar la importancia del conjunto de políticas públicas que deberían ser articuladoras del proceso como indican los autores. Estas políticas limitarían la producción y los umbrales de consumo ostentatorio, con el fin de erradicar la pobreza y lograr la distribución de la riqueza.

Consideramos que estas políticas públicas son la base necesaria de este proyecto, pero dependiendo del modo en que sean definidas pueden ser coartadoras de libertades individuales y hasta llegar a producir un estancamiento o retroceso en las sociedades. Es decir, siguiendo en la misma línea de pensamiento, todo elemento que exceda las necesidades básicas por cubrir no estaría permitido, de esta manera, se le estaría colocando también un límite al desarrollo tecnológico y al productivo; estos se habilitarían únicamente al estar referidos a la mejora de la satisfacción de las necesidades básicas.

La cuestión energética tiene un rol crucial en la transición, mediante la idea de la sustentabilidad energética basada en energías limpias y renovables, y estableciéndola como patrimonio natural, derecho y, en definitiva, bien común.

Pero también hay que tener en cuenta que para la producción de las energías renovables, tal como las concebimos hoy en día, también son necesarias las actividades extractivas como fuente de la materia prima de los elementos que producen estas energías, por ejemplo, las turbinas eólicas o los paneles solares. Por tanto, el concepto de energías limpias en sí es irreal, ya que cualquier tecnología (considerada como artefacto creado por el hombre) conlleva sus residuos y no posee la eficiencia máxima. Es decir, distinguir entre energías limpias o no limpias sería generar una falsa división. Lo que sí nos parece importante es rescatar la idea de los autores de

diversificar la matriz energética, permitiendo que con los avances tecnológicos las energías renovables puedan comenzar a formar parte de nuestra matriz energética.

En el ámbito de la agricultura, el modelo de “sustentabilidad superfuerte” busca una “agricultura de procesos”<sup>7</sup>, relacionada con actividades para la alimentación o de tradición regional, y que da lugar, en definitiva, a la soberanía alimentaria, en contraposición al actual “agronegocio” con monocultivo y finalidades puramente económicas, fomentado estatalmente.

Los autores expresan en múltiples oportunidades a lo largo del texto la marcada diferencia e incompatibilidad entre las actividades extractivas y las economías regionales. Pero esto no necesariamente es de esta manera. Consideramos que si la actividad extractiva estuviese correctamente reglamentada y controlada, y permitiera el desarrollo de las economías regionales sin mayores perjuicios, ambas actividades económicas podrían convivir en una misma área, contemplando que los impactos generados por una actividad no perjudiquen la otra. Esto implicaría una conjugación entre ambos sectores, donde las materias primas e insumos y servicios necesarios para la nueva actividad sean abastecidos por el mercado regional y en caso de que no existiese, propiciar condiciones financieras y de capacitación para dar la oportunidad a la región de desarrollarse en ese ámbito laboral también. La convivencia entre los mega-emprendimientos y la actividad regional se conjugan en las oportunidades que se dan para tener trabajo, no solo en la actividad extractiva en sí misma, sino en todos los servicios aledaños a esta, dándole la oportunidad a un pueblo, ciudad, provincia o región de desarrollar su potencial. Por eso no estamos de acuerdo con que el avance del extractivismo significa la destrucción de las economías regionales. Tal suceso depende de la política de estado que se implemente al respecto. Es decir, si los gobiernos se encargan de delimitar el alcance de ambas actividades y fomentar no solo las actividades extractivas, sino también las economías regionales, se podría lograr un desarrollo en conjunto.

En definitiva, lo que los autores buscaron a lo largo de los capítulos de *Maldesarrollo* no es plantear un “horizonte de deseabilidad” en términos de calidad de vida, sino una teoría nueva acerca de la satisfacción de las necesidades humanas sobre la base de preguntas fundamentales tales como:

---

<sup>7</sup> De acuerdo a lo interpretado por Svampa y Viale de los escritos de Giarraca y Palmisano.

¿Cuáles son las necesidades que deben ser satisfechas para que podamos lograr una vida digna y razonablemente sostenible, pensando también en las generaciones futuras? ¿De qué modo satisfacerlas sin dañarse a sí mismo o al ecosistema? ¿Cómo descolonizar el deseo social, traducido en patrones de sobreconsumo, esto es, en nuevos modos de esclavización y de agresión tanto contra sí mismo como contra el ambiente? ¿Cómo construir una sensibilidad descolonizada, que se convierta en factor político de cambio? (idem, p. 394).







# Convocatoria

Número 7, 2018

**Temática del número:** Tecnologías entrañables

Las tecnologías entrañables fueron propuestas recientemente por Miguel Ángel Quintanilla como un modelo alternativo frente al modelo predominante de desarrollo tecnológico alienante. En vez de tecnologías propietarias y cerradas, se trata de optar por diseñar y consumir tecnologías abiertas. En vez de aceptar la obsolescencia programada, se trata de potenciar los mercados de segunda mano, desterrar el principio de usar y tirar y aceptar el principio del mantenimiento y reparación continua de nuestros artefactos. Se trata de priorizar el mantenimiento del control sobre nuestras máquinas en vez de empeñarnos en desarrollar máquinas de las que terminaremos siendo esclavos. En definitiva, se trata de preferir las soluciones tecnológicas compatibles con el desarrollo sostenible, con los ideales de la solidaridad y no solo del éxito, o con la participación cooperativa y no solo la competitiva.

**Fecha de entrega de los originales:** 31 de mayo de 2018

**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 5000 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 ejemplo: (Winner, 1986: 45).

De tratarse de una colaboración de apuntes de cátedra, notas de actualidad o reseñas de libros, sólo se debe enviar el cuerpo del texto, sin resumen ni palabras clave. En el caso de reseñas, se debe aclarar expresamente el título del libro, autor, año de edición y editorial a la que se hace referencia. En cualquiera de estos casos, la extensión deberá estar comprendida entre las 1000 y las 3000 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, así como también a otras bases de datos que considere de relevancia académica.