

REVISTA

IBERO

AMERICANA

DE CIENCIA,

TECNOLOGIA

Y SOCIEDAD

CTS

34

volumen 12

febrero 2017



**REVISTA IBEROAMERICANA  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA  
Y SOCIEDAD**



### **Dirección**

Mario Albornoz (Centro Redes, Argentina)  
José Antonio López Cerezo (OEI)  
Miguel Ángel Quintanilla (Universidad de Salamanca, España)

### **Coordinación Editorial**

Juan Carlos Toscano (OEI)

### **Consejo Editorial**

Sandra Brisolla (Unicamp, Brasil), Fernando Broncano (Universidad Carlos III, España), Rosalba Casas (UNAM, México), Ana María Cuevas (Universidad de Salamanca, España), Javier Echeverría (CSIC, España), Hernán Jaramillo (Universidad del Rosario, Colombia), Tatiana Lascaris Comneno (UNA, Costa Rica), Diego Lawler (Centro REDES, Argentina), José Luis Luján (Universidad de las Islas Baleares, España), Bruno Maltrás (Universidad de Salamanca, España), Emilio Muñoz (CSIC, España), Jorge Núñez Jover (Universidad de La Habana, Cuba), León Olivé (UNAM, México), Eulalia Pérez Sedeño (CSIC, España), Carmelo Polino (Centro REDES, Argentina), Fernando Porta (Centro REDES, Argentina), Maria de Lurdes Rodrigues (ISCTE, Portugal), Francisco Sagasti (Agenda Perú), José Manuel Sánchez Ron (Universidad Autónoma de Madrid, España), Judith Sutz (Universidad de la República, Uruguay), Jesús Vega (Universidad Autónoma de Madrid, España), Carlos Vogt (Unicamp, Brasil)

### **Secretario Editorial**

Manuel Crespo

### **Diseño y diagramación**

Jorge Abot y Florencia Abot Glenz

2

### **CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad** **Edición cuatrimestral**

#### **Secretaría Editorial - Centro REDES**

Mansilla 2698, 2º piso  
(C1425BPD) Buenos Aires, Argentina  
Tel./Fax: (54 11) 4963-7878/8811  
Correo electrónico: secretaria@revistacts.net

**ISSN online: 1850-0013**

**ISSN papel: 1668-0030**

**Volumen 12 - Número 34**

**Febrero de 2017**

*CTS* es una publicación académica del campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Publica trabajos originales e inéditos que abordan las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, desde una perspectiva plural e interdisciplinaria y con una mirada iberoamericana. *CTS* está abierta a diversos enfoques relevantes para este campo: política y gestión del conocimiento, sociología de la ciencia y la tecnología, filosofía de la ciencia y la tecnología, economía de la innovación y el cambio tecnológico, aspectos éticos de la investigación en ciencia y tecnología, sociedad del conocimiento, cultura científica y percepción pública de la ciencia, educación superior, entre otros. El objetivo de *CTS* es promover la reflexión sobre la articulación entre ciencia, tecnología y sociedad, así como también ampliar los debates en este campo hacia académicos, expertos, funcionarios y público interesado. *CTS* se publica con periodicidad cuatrimestral.

#### **CTS está incluida en:**

Dialnet  
EBSCO  
*International Bibliography of the Social Sciences* (IBSS)  
Latindex  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (REDALYC)  
SciELO

*CTS* forma parte de la colección del Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas.



# REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

## Índice

**Editorial** 5

### Artículos

**Uso público de la información:  
el caso de los rankings de universidades** 3

Mario Albornoz y Laura Osorio 11

**La política pública de nanotecnología en México**  
Guillermo Foladori, Edgar Arteaga Figueroa, Edgar Záyago Lau,  
Richard Appelbaum, Eduardo Robles-Belmont,  
Laura Liliana Villa Vázquez, Rachel Parker y Vanessa Leos 51

**Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas  
en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina**  
Diego Hurtado, Manuel Lugones y Sofya Surtayeva 65

**Las universidades y la misión de la vinculación en el Reino Unido:  
un marco de referencia para pensar la propuesta de indicadores  
del Manual de Valencia**  
Natalia Bas 95

**Ignorancia, educación y propaganda.  
Claves para una crítica de la cultura científica y tecnológica**  
Jósean Larrión 111

**Regulaciones al conocimiento y estudios  
de conocimiento disciplinar**  
Marcelo Meyer Becker 133

**Urgencia de transformar la educación en ciencias en Argentina**  
Norma Sbarbati Nudelman 161

**Las ciencias sociales mediadas por las TIC**  
Teresa Pacheco-Méndez 179

**Efectos de la capacidad de absorción tecnológica en el crecimiento económico**  
Jesús Armando Ríos-Flores, Miriam Liliana Castillo-Arce y Rosario Alonso Bajo 197

**Abordagem de Temas a Partir do Enfoque CTS na Educação Básica: Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros, Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos CTS**  
Rafael Schepper Gonçalves e Luciano Fernandes Silva 223

**Materiales y artefactos como affordances**  
Radamés Villagómez Reséndiz 251

#### **Documentos**

**Datos abiertos en un mundo de grandes datos. Un acuerdo internacional ICSU-IAP-ISSC-TWAS \***  
Geoffrey Boulton, Simon Hodson, Dominique Babini, Jianhui Li, Tshilidzi Marwala, Maria G. N. Musoke, Paul F. Uhlir y Sally Wyatt 267

#### **Reseñas**

***Science In The Vanished Arcadia. Knowledge Of Nature In The Jesuit Missions Of Paraguay And Río De La Plata***  
Miguel de Asúa  
Por Alejandro Manrique 275

Al inicio de su duodécimo volumen, la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)* insiste en su vocación fundacional de buscar soluciones para alcanzar una mejor articulación entre la ciencia y la sociedad en Iberoamérica, así como también fomentar el diálogo y abrir el debate sobre importantes temas relacionados con su ámbito.

En esta oportunidad, presentamos un amplio abanico de contribuciones realizadas por distintos investigadores de Argentina, Brasil, Chile, México y España, entre otros países.

La sección *Artículos* cuenta esta vez con once trabajos. El primero de ellos, “Uso público de la información: el caso de los rankings de universidades”, de Mario Albornoz y Laura Osorio, analiza el caso de los rankings de universidades, que han adquirido gran visibilidad en el campo de las políticas de educación superior y en las estrategias de desarrollo institucional. Su repercusión alcanza a los medios de comunicación en todo el mundo, generando un gradiente de calidad que constituye una suerte de modelo normativo a tener en cuenta por las políticas y las instituciones de educación superior en América Latina. Albornoz y Osorio examinan críticamente el modelo de calidad implícito y los criterios teóricos y metodológicos que estructuran los rankings globales, con énfasis en la reflexión acerca de la tensión entre los enfoques globales y los contextos locales.

“La política pública de nanotecnología en México” -artículo desarrollado por Guillermo Foladori, Edgar Arteaga Figueroa, Edgar Záyago Lau, Richard Appelbaum, Eduardo Robles-Belmont, Laura Liliana Villa Vázquez, Rachel Parker y Vanessa Leos- repasa las políticas públicas en materia de nanotecnología en México según indicadores de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Aunque toda su política de ciencia y tecnología está orientada a privilegiar al sector empresarial, este país se encuentra desprovisto de mecanismos de promoción de la investigación y desarrollo de la nanotecnología. Además de estar rezagado en materia de políticas públicas y apoyo financiero, declaran Foladori y el resto de los autores, la participación de México en tratados de libre comercio y con organizaciones internacionales lleva a que organismos de estandarización privados tiendan a regular la legislación interna.

El tercer artículo, “Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina” -firmado por Diego

Hurtado, Manuel Lugones y Sofya Surtayeva- también versa sobre nanotecnología, aunque a partir del caso argentino y con otras especificidades. A fines de los 90, debido a la influencia generada por la decisión del gobierno de los Estados Unidos de promover la nanotecnología como la próxima tecnología de propósito general (TPG), algunos países latinoamericanos dieron los primeros pasos en esta nueva área del conocimiento. El artículo de Hurtado, Lugones y Surtayeva explora la evolución de la nanotecnología en la Argentina como un ejemplo de país semiperiférico que se propone desarrollar capacidades institucionales, organizacionales y científico-tecnológicas para promover una TPG en su etapa de “irrupción”. El artículo pone de manifiesto la debilidad de las capacidades organizacionales necesarias para hacer frente al nivel de complejidad de este proyecto. Los autores sugieren la inconveniencia del empleo de la noción de TPG para una economía semiperiférica y plantean un enfoque alternativo vinculado al concepto de “acortamiento de la brecha”.

6 Natalia Bas ofrece en su trabajo “Las universidades y la misión de la vinculación en el Reino Unido: un marco de referencia para pensar la propuesta de indicadores del *Manual de Valencia*” una reseña sobre las políticas de vinculación que en las últimas tres décadas vienen desarrollándose en el Reino Unido. Este país fue el primero en implementar en la agenda de gobierno un sistema de incentivos financieros continuo para las universidades que realizan actividades de vinculación. El objetivo del artículo de Bas es brindar un marco de referencia en materia de promoción, medición y monitoreo de tales actividades, alternativo a los modelos que empiezan a surgir en el espacio iberoamericano, en especial el *Manual de Valencia*, proyecto del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OCTS-OEI), el Instituto de Gestión de la Innovación y del Conocimiento (INGENIO) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España y de la Universidad Politécnica de Valencia y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT). Una de las principales conclusiones a las que arriba la autora es la necesidad de diseñar un conjunto de indicadores lo suficientemente amplio, de manera que las universidades puedan reflejar la variedad de actividades de vinculación en las que se embarcan, independientemente de lo cuantificable de sus resultados.

“Ignorancia, educación y propaganda. Claves para una crítica de la cultura científica y tecnológica”, artículo de Jósean Larión, estudia la controversia sobre la viabilidad de los alimentos transgénicos. El texto muestra cómo en este contexto los factores sociales suelen juzgarse perjudiciales porque se los considera sucios, impuros y contaminantes. Luego expone los supuestos y las implicaciones del modelo del déficit cognitivo, enfoque teórico utilizado tradicionalmente en los estudios sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología, y constata la creciente presencia de la ciencia posacadémica y el modo en que el neoliberalismo puede estar coartando la investigación pública y el pluralismo democrático. La ciudadanía más activa y responsable se pretende bien informada, pero esta aspiración es cada vez más difícil de alcanzar, ya que los conflictos sociales se traducen en conflictos entre sistemas expertos. Por ende, Larión propone complementar la perspectiva positivista atendiendo a las perspectivas materialista y cultural, que permitirán esclarecer los objetivos de los principales colectivos implicados en tales enfrentamientos.



En “Regulaciones al conocimiento y estudios de conocimiento disciplinar”, Marcelo Meyer Becker considera que el conocimiento es regulado por varios factores: circunstancias políticas, económicas y disciplinarias, y capacidades y preferencias de los investigadores. Estos aspectos se relacionan en acontecimientos de carácter nacional e internacional. La investigación que dio paso al artículo de Meyer Becker asumió una perspectiva desde la reflexividad, con base en los llamados estudios de la ciencia, para definir los estudios de conocimiento disciplinar. El texto indaga el tema desde el punto de vista de los investigadores vinculados a la carrera de antropología en las universidades chilenas. Meyer Becker evidencia que las regulaciones revisadas en los antecedentes bibliográficos se encuentran operando en las dinámicas de la investigación en antropología en Chile, lo que indica que los investigadores se encuentran en continuos procesos de regulaciones respecto de su producción de conocimiento.

“Urgencia de transformar la educación en ciencias en Argentina”, artículo de Norma Sbarbati Nudelman, subraya que los jóvenes de hoy serán los responsables de tomar decisiones, promover y reforzar pautas para un desarrollo sustentable a nivel global. Frente a este desafío, el artículo presenta un alegato centrado en lograr un cambio radical en la educación en ciencias a través del ejercicio de la evidencia experimental, con la cual el alumno construye sus propios conocimientos y adquiere las competencias que requiere el mundo laboral moderno.

Teresa Pacheco-Méndez, autora de “Las ciencias sociales mediadas por las TIC”, propone una perspectiva metodológica que permita identificar los principales desafíos cognitivos que enfrenta el conocimiento de lo social para posicionarse frente a nuevos procesos de interacción mediados por la intervención tecnológica. En este proceso se resignifican las pautas de intercambio social, expresándose bajo formas novedosas, provisionales e incluso potencialmente renovables con y frente a las TIC. Se trata de una situación que plantea retos a los habituales métodos de producir y aplicar conocimiento sobre lo social. Pacheco-Méndez advierte sobre algunas de las preocupaciones suscitadas en torno a la relación entre la sociedad, la cultura y las nuevas tecnologías, así como su articulación en los procesos de generación y aplicación del conocimiento social.

Desde una perspectiva macroeconómica, el artículo “Efectos de la capacidad de absorción tecnológica en el crecimiento económico” trabaja sobre el efecto de las capacidades tecnológicas de una serie de países, ajustadas por su capacidad de absorción en el producto interno bruto por trabajador en un modelo de datos de panel. Para la estimación del modelo, los autores Jesús Armando Ríos-Flores, Miriam Liliana Castillo-Arce y Rosario Alonso Bajo recurrieron a una función no lineal, dado que los efectos tecnológicos son diferenciados dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentre cada país. En primer término, se halló que existen rendimientos positivos pero decrecientes, tanto en el gasto en investigación y desarrollo como en su capacidad tecnológica. En segundo término, mediante la segmentación de los países por su nivel de ingreso, se determinó que sólo en los países de ingreso alto se presentan efectos positivos de la tecnología, con efectos mayores una vez que se ajustan los indicadores tecnológicos por su capacidad de absorción.

“Abordagem de Temas a Partir do Enfoque CTS na Educação Básica: Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros, Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos CTS” es el título del artículo de Rafael Schepper Gonçalves y Luciano Fernandes Silva. En la introducción del trabajo, los autores declaran que existen muchas propuestas para ofrecer a los educandos una enseñanza de ciencias que tenga como objetivo una formación más integral, en el sentido de prepararlos para los procesos futuros de toma de decisiones. Por ese motivo, su intención es identificar las características teóricas y las metodologías presentes en las propuestas de prácticas educativas con un enfoque CTS elaboradas por los autores brasileños, españoles y portugueses que fueron publicados en los anales de los tres primeros Seminarios Iberoamericanos CTS. La información obtenida fue sometida a procedimientos de análisis de contenido y demostró que existen más puntos de aproximación que de distanciamiento entre las prácticas educativas llevadas a cabo por autores brasileños y de la Península Ibérica, lo que insinúa un posible diálogo entre las prácticas educativas de estos dos grupos.

La sección de artículos se cierra con “Materiales y artefactos como *affordances*”, de Radamés Villagómez Reséndiz. Si bien la ecología de materiales apela a la noción de *affordances* como una manera de explicar la cultura sin reificarla como fenómeno mental, un modelo de evolución cultural basado en *affordances* requiere tomar en serio el tipo de estructuras que sustentan procesos de aprendizaje y cultura tecnológica. El trabajo de Villagómez Reséndiz hará explícitos dos problemas con la ecología de materiales: la normatividad de las *affordances* y la historicidad de las técnicas. Si se concibe a las *affordances* como funciones, y si se concede que éstas involucran el establecimiento de técnicas y habilidades, entonces la percepción de las *affordances* dependerá no sólo de la revelación, sino del entrenamiento en técnicas y habilidades que respondan a ciertos dispositivos más allá de los materiales: los artefactos. A la luz de una antropología de la tecnología, Villagómez sugiere el concepto procesual de función como mediador de las *affordances* entre materiales y artefactos.

Con la presente edición, integrada además por secciones ya tradicionales como *Documentos y Reseñas*, nuestra revista aspira a brindar los medios indispensables para tender puentes hacia los más actuales materiales de análisis que tienen lugar en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la sociedad en Iberoamérica. Con ese objetivo como bandera, nos despedimos de nuestros lectores hasta el próximo número.

**Los directores**

ARTÍCULOS *C/S*



## **Uso público de la información: el caso de los rankings de universidades**

## **Uso Público das Informações: o Caso dos Rankings de Universidades**

### ***Information For Public Use: University Rankings***

**Mario Albornoz y Laura Osorio \***

Los rankings de universidades han adquirido gran visibilidad en el campo de las políticas de educación superior y en las estrategias de su desarrollo institucional. Su repercusión alcanza a los medios de comunicación en todo el mundo. La cantidad y variedad de rankings globales, nacionales y especializados en Estados Unidos, Europa y Asia ha aumentado en los últimos años, generando un gradiente de calidad que constituye una suerte de modelo normativo a tener en cuenta por las políticas y las instituciones de educación superior en América Latina. Este trabajo lleva a cabo un abordaje conceptual a los rankings de mayor difusión, examinando críticamente el modelo de calidad implícito y los criterios teóricos y metodológicos que estructuran los rankings globales. En particular, se reflexiona acerca de la tensión entre los enfoques globales y los contextos locales.

**Palabras clave:** rankings, educación superior, indicadores, universidad

---

\* *Mario Albornoz*: investigador principal del CONICET jubilado. Co-director de la Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS y coordinador del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI). Correo electrónico: [albornoz@ricyt.org](mailto:albornoz@ricyt.org). *Laura Osorio*: Investigadora del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OEI). Correo electrónico: [losorio.oei@gmail.com](mailto:losorio.oei@gmail.com).

Os rankings de universidades ganharam grande visibilidade no campo das políticas de educação superior e nas estratégias de seu desenvolvimento institucional. Sua repercussão alcança as mídias em todo o mundo. A quantidade e variedade de rankings globais, nacionais e especializados nos Estados Unidos, Europa e Ásia tem aumentado nos últimos anos, gerando um gradiente de qualidade que constitui uma espécie de modelo normativo a ser levado em consideração pelas políticas e instituições de educação superior na América Latina. Este trabalho realiza uma abordagem conceitual dos rankings de maior divulgação, examinando criticamente o modelo de qualidade implícito e os critérios teóricos e metodológicos que estruturam os rankings globais. Particularmente, reflete-se sobre a tensão entre as abordagens globais e os contextos locais.

**Palavras-chave:** rankings, educação superior, indicadores, universidade

*University rankings have become a staple in the fields of higher education policy and institutional development strategy. Their impact is echoed in the media around the world. The number and diversity of rankings, global, national and specialized, in the United States, Europe and Asia have increased in the past few years, developing into a quality scale that created a body of regulations of sorts that Latin American higher education policies and institutions have to consider. This paper is a conceptual approach to the most widely used rankings, undertaking a critical examination of the implicit quality model and the theoretical and methodological criteria that guide them. Specifically, it discusses the existing tension between global approaches and local contexts.*

12

**Key words:** rankings, higher education, indicators, university

## Introducción

Los rankings de universidades han adquirido en los últimos años una gran visibilidad y su impacto no solamente alcanzó a los actores directamente involucrados en la gestión de la educación superior, sino también a la opinión pública, a través de su repercusión en los medios periodísticos. Al tiempo que ganaban un lugar muy destacado en el debate acerca de la calidad de las universidades, los rankings se multiplicaron y aumentó su variedad.

Surgidos originariamente como un producto norteamericano destinado a un público interno, los rankings luego se globalizaron, difundiéndose sobre todo a los países de Asia y de Europa. Su impacto en las instituciones universitarias y las comunidades académicas de la Argentina y, en general, en toda América Latina, ha sido también muy rápido y ha suscitado reacciones encontradas. En los últimos años ha crecido el debate sobre este tema en el medio universitario latinoamericano, tanto en términos de la baja ubicación que las universidades de la región alcanzan en los rankings de cobertura mundial, como en torno a los valores que conlleva el ordenamiento.

Analizar la emergencia de los rankings y de su significado plantea desafíos de orden teórico y metodológico que comprenden los objetivos de los rankings, las definiciones de calidad que se adoptan, las unidades de análisis, las dimensiones y los indicadores que se eligen, las fuentes que se utilizan, los criterios de ponderación, la forma de organización de los resultados y las modalidades de difusión pública de sus resultados. Todos estos aspectos involucran opciones valorativas, conceptuales y metodológicas que es preciso examinar con atención.

13

### 1. ¿Qué es un ranking?

Todo ordenamiento numérico en función de una variable configura un ranking, bien se trate de valores puramente cuantitativos (como el número de publicaciones científicas) o de indicadores relacionales (como el número de publicaciones por investigador). La tabla de posiciones de un campeonato es un ranking y, de hecho, esta figura es utilizada por algunos autores como metáfora para enfatizar el aspecto competitivo implícito en los rankings universitarios (Rauhvargers, 2011). Barsky (2014) señala, en el mismo sentido, que los rankings tienen un origen deportivo.

Construir una tabla de valores implica un acto evaluativo, en la medida que se seleccionan variables y se les atribuye significación. Así, todo ranking implica una evaluación y conlleva un sistema de valores. Medir publicaciones científicas, por ejemplo, responde a la idea de productividad y, si se la mide a través de ciertas bases de datos internacionales, tiene además un sesgo que abre puertas a la polémica, particularmente en ciertas disciplinas más vinculadas con objetos de estudio de interés más local que internacional. Las variables elegidas para confeccionar un ranking y el peso relativo que se les asigna están teñidas con un concepto de calidad cuyo significado es eje de grandes controversias.

Los indicadores relacionales suponen una combinación de variables y por ello es más compleja su carga de valores e hipótesis significativas. Es importante entender lo que un indicador dice (cuáles son las variables que combina), lo que no dice (qué variables eventualmente significativas no han sido tomadas en cuenta) y por qué lo dice; esto es, cuál es la visión modélica que da significación al dato. Que las publicaciones en el *Science Citation Index* o en *Scopus* sean de gran relevancia en la determinación del nivel de calidad de las universidades, refleja una determinada visión de lo que se entiende por este concepto.

Los rankings internacionales que miden aspectos tales como la competitividad (como el *Global Competitiveness Report del World Economic Forum*), la actitud innovadora (como el Índice Mundial de Innovación, de la OMPI) o la calidad de las universidades, como los que se revisan en este informe, merecen un examen crítico, tanto desde el punto de vista metodológico como desde el plano teórico, ya que su modelo implícito no solamente atañe a los criterios de selección de las variables, sino al peso relativo que se asigna a cada una de ellas. Por otra parte, la propia mirada globalizadora puede conducir a la noción de “camino único” y a no tomar suficientemente en cuenta la peculiaridad de los contextos locales. Hay suficiente consenso acerca de este problema, al que se le han propuesto soluciones, pero no resulta claro que sea por la vía del diseño técnico que se pueda evitar el efecto normalizador que induce a lo imitativo, más que a la reflexión acerca de la singularidad y de la adecuación a entornos concretos.

14

Los rankings universitarios que se han multiplicado en los últimos años tienen por objeto establecer un orden jerárquico de las instituciones de educación superior basándose en parámetros e indicadores que pretenden medir la calidad de la educación universitaria, de la investigación y otros aspectos de la actividad académica. (Tomàs *et al.*, 2015). De acuerdo con las “Pautas para grupos de interés de rankings académicos” del IREG (2015), los rankings académicos pueden ser definidos como una “evaluación numérica de la ejecución de un programa, actividad, institución o un sistema de educación superior, basado en una metodología consensuada”.<sup>1</sup> Sin embargo, hay matices que los diferencian, particularmente en razón de sus propósitos, ya que en algunos casos su finalidad es informar y orientar a los estudiantes; en otros casos su propósito es orientar decisiones de política educativa y en otros informar a la opinión pública (los rankings suelen tener amplia repercusión en la prensa).

La elaboración de rankings al modo de “tablas de posiciones” se inició en Estados Unidos en los 80 y continuó en el Reino Unido. Las primeras clasificaciones trataban de diferenciar a las mejores escuelas de negocios (*business schools*). Estos primeros rankings fueron desarrollados por publicaciones económicas como *Business Week*, *U.S. News & World Report*, *Financial Times*, *The Economist* o el *Wall Street Journal* (Pérez-Esparrells y Gómez-Sancho, 2010).

---

1. El Centro Europeo de Educación Superior (UNESCO-CEPES) constituyó en 2004 un Grupo de Expertos sobre Rankings Internacionales (IREG), que adoptó la denominación de *IREG Observatory on Academic Ranking and Excellence*.



En la sociedad norteamericana, los rankings universitarios han gozado desde sus orígenes de gran aceptación social, debido a las características de su sistema de educación superior y a la necesidad de los estudiantes y sus familias de contar con herramientas que faciliten la toma de decisiones a la hora de escoger la universidad o *college* más adecuados a sus posibilidades y aspiraciones. Un ejemplo de este tipo de instrumento es el *U.S. News & World Report Best Colleges*, que empezó a publicarse en 1985 (Tomàs *et al.*, 2015).

El fenómeno adquirió otras dimensiones a partir de la divulgación de los rankings internacionales de Shanghai, el *QS World University Ranking* y el *Times Higher Education Supplement*. El primero de ellos -*Shanghai Jiao Tong University's Academic Ranking of World Universities*- fue publicado por primera vez en 2003, el *QS World University Ranking* fue creado en 2004 y publicado de manera individual en 2010, y el *Times Higher Education World University Ranking* en 2010 (Tomàs *et al.*, 2015; Barsky, 2014). Algunos rankings globales están centrados en aspectos más restringidos, como la información disponible en sitios web, como el *Spanish National Research Council's Webometrics*, o las publicaciones científicas producidas por las universidades, como el *SCImago Institutions Ranking*. Constituyen también un fenómeno relativamente reciente.

Si, como señalan varios autores, la difusión de los rankings se relaciona con tendencias bien establecidas de cambio en los contextos de la educación superior y de las relaciones entre las universidades, las demandas sociales y las políticas de educación superior, es de gran importancia constatar los problemas conceptuales, metodológicos y de información que pueden presentar los rankings, así como la crítica a sus eventuales impactos negativos sobre sistemas e instituciones.

15

Los rankings pueden ser vistos también como una manifestación de cambios en los contextos en los que se desempeñan las instituciones de educación superior. Desde esta perspectiva, hay tres transformaciones recientes con las que sin duda se vinculan.

a) La primera de ellas es la creciente internacionalización de la educación superior. Este fenómeno es interpretado como síntoma de la transición hacia “economías intensivas en conocimiento” y a la búsqueda global de talentos (Hazelkorn, 2015). El auge reciente de los rankings está sin duda ligado a tal proceso, ya que aspiran a tener un alcance global.

b) La segunda remite a las tendencias de mercantilización de la educación universitaria. Estas tendencias abarcan diversos aspectos, pero son particularmente importantes (en relación con el punto anterior) en la constitución de mercados de alcance global o regional de estudiantes y de académicos. Muchos asignan a los rankings desde su origen la misión de aportar información para la toma de decisiones en el mercado académico. En el mismo sentido, se señala que alientan una “carrera por la reputación” destinada a incidir en la elección de universidades por parte de los estudiantes (Hazelkorn, 2015).

c) Una tercera transformación con la que se relaciona la difusión de los rankings remite a las transformaciones en las modalidades de gestión de sistemas e instituciones, que en forma creciente ponen en primer plano las vinculaciones de las instituciones con diversos actores. Un aspecto de tales vinculaciones es el de la provisión, por parte de las instituciones, de información confiable y accesible sobre su desempeño.

## 2. Tipos de rankings

Para ordenar los diferentes tipos de rankings se tomarán en cuenta sus propósitos y algunos aspectos conceptuales y metodológicos relevantes. El IREG (2015), en sus "Pautas para grupos de interés de rankings académicos", señala que es posible distinguir entre rankings unidimensionales o multidimensionales. Por los primeros se entiende que son aquellos que "evalúan el desempeño de acuerdo a una serie de indicadores, con un peso específico para cada indicador"; por los segundos, aquellos que "proporcionan una serie de tablas de puntuaciones en lugar de sólo un listado general, lo que permite a los usuarios ponderar los indicadores de acuerdo con sus propias preferencias y construir rankings personalizados" (IREG, 2015).

La distinción que formula el IREG, así como las definiciones que emplea, son en cierto modo contraintuitivas, ya que se considera unidimensional a un ranking conformado por un conjunto de variables ponderadas (lo que intuitivamente podría ser comprendido como multidimensional), debido que el resultado es un único valor que expresa el posicionamiento de cada universidad en el orden que surja de la operación y sintetizaría de este modo una dimensión única: la calidad supuesta de cada universidad. En cambio, los unidimensionales no constituirían un ranking único, sino un conjunto de variables medidas en forma separada, ofreciendo un menú que cada usuario puede combinar a su antojo. *U-Multirank*, como se verá más adelante, sería un exponente de este tipo. Desde otra perspectiva, los objetos son los mismos, pero la definición es inversa. Así, los rankings multidimensionales son definidos por Bengoetxea y Buela-Casal (2012) como aquellos que abarcan la diversidad de las misiones de las instituciones de educación superior y no sólo la excelencia en investigación. Estos rankings pueden ser considerados como generales, si toman en cuenta más de una variable, o específicos, cuando se elaboran tomando en cuenta una sola categoría y están destinados a valorar aquellos aspectos únicos en los que las instituciones individualmente pueden destacarse.

Otra forma de ordenar los rankings universitarios es hacerlo por países, regiones, globales y especializados (Barsky, 2014). Los rankings por países son aquellos que se centran en el desempeño de las universidades en su contexto particular para compararlas con otras universidades del mismo país. Por su parte, los rankings globales, que también son conocidos como rankings mundiales y rankings internacionales, son aquellos que realizan una cobertura más amplia de universidades a nivel mundial para realizar comparaciones (Aguillo, 2012; IREG, 2015). La mayor parte de las dificultades se presentan con este tipo de rankings, que construyen comparaciones de universidades insertas en contextos sociales, económicos y culturales muy diferentes. Si se los analiza en función de sus fuentes de información, es posible distinguir entre otros:

a) *Rankings basados en encuestas de opinión*: en esta categoría se encuentran los rankings QS y *Times Higher Education*, que basan sus resultados en encuestas de opinión, si bien se los combina con otros datos objetivos.

b) *Rankings basados en bibliometría/cibermetría*: en esta categoría se ubican los rankings que hacen uso casi exclusivamente de datos cuantitativos derivados de resultados de investigación (artículos científicos y citas bibliográficas) o de su presencia web (páginas, enlaces y menciones web). Entre ellos el ranking de desempeño de artículos científicos para las universidades del mundo (NTU) de Taiwán y el Ranking de Leiden, que utilizan como fuente de información a la *Web of Science de Thomson Reuters*. De otro lado, *SCImago*, que utiliza como fuente a *Scopus* y, el ranking Web de Universidades (*Webometrics*), que hace uso de *Google Scholar* (Aguillo, 2012).

También es posible distinguir entre clasificaciones académicas y clasificaciones parcialmente académicas. Las primeras son listas que clasifican a las universidades e instituciones de educación superior e investigación de acuerdo a una metodología basada en fuentes de datos bibliométricos cuyos criterios son medibles y reproducibles. Las segundas son aquellas clasificaciones basadas en apreciaciones subjetivas propias de las encuestas de opinión y no necesariamente de métodos bibliométricos. En este trabajo adoptaremos la clasificación propuesta por Federkeil y otros autores (2012) para presentar algunos de los principales rankings académicos de universidades.

17

**Tabla 1. Clasificación de los principales rankings**

Rankings globales	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Shanghái Jiao Tong University's Academic Ranking of World Universities</i></li> <li>* <i>Times Higher Education Supplement</i></li> <li>* <i>QS World University Rankings</i></li> <li>* <i>Leiden ranking</i></li> </ul>
Clasificaciones académicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Carnegie classification</i> (Estados Unidos)</li> <li>* <i>U-Map</i> (Europa)</li> </ul>
Rankings nacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>U.S. News &amp; World Report</i> (Estados Unidos)</li> <li>* <i>National Research Council</i> (Estados Unidos) <i>PhD programs</i></li> <li>* <i>Times Good Education Guide</i> (Reino Unido)</li> <li>* <i>Guardian Ranking</i> (Reino Unido)</li> <li>* <i>Forbes</i> (Estados Unidos)</li> <li>* <i>CHE Das Ranking/University Ranking</i></li> <li>* <i>Studychoice 123</i> (Holanda)</li> </ul>
Tablas y rankings especializados	<ul style="list-style-type: none"> <li>* <i>Financial Times ranking of business schools and programs</i></li> <li>* <i>Spanish National Research Council's Webometrics</i></li> <li>* <i>SCImago Institutions Ranking</i></li> </ul>

Fuente: Federkeil *et al.* (2012)

### 3. Principales rankings académicos de universidades

Se caracterizan a continuación algunos de los rankings más destacados y se toman en cuenta sus finalidades, foco, cobertura, organización que los realiza, la metodología que adoptan y las fuentes de información que utilizan.

#### 3.1. Rankings globales

##### 3.1.1. Ranking de Shanghái<sup>2</sup>

El *Academic Ranking of World Universities* (ARWU) también es conocido como Ranking de Shanghái, por su lugar de origen en China. Creado en 2003, este ranking fue publicado por primera vez por el *Center for World-Class Universities* (CWCU) de la Escuela Superior de Educación de la Universidad Jiao Tong de Shanghái. Su propósito original fue conocer el posicionamiento de las universidades de educación superior de China, en comparación con las principales universidades de clase mundial. En la actualidad es un referente para universidades de todo el mundo. Todos los años este ranking clasifica información de más de 1200 universidades del mundo y publica en su sitio web las mejores 500.

**Tabla 2. Indicadores y sus porcentajes**

Criterio	Indicador	Código	Peso relativo (%)
Calidad de la docencia	Antiguos alumnos de una institución con Premios Nobel y Medallas Fields	Alumni	10
Calidad del profesorado	Profesores de una institución que han obtenido Premios Nobel y Medallas Fields	Award	20
	Investigadores con alto índice de citación en diversas materias	HiCi	20
Producción investigadora	Artículos publicados en <i>Nature</i> y <i>Science</i>	N&S	20
	Artículos indexados en <i>Science Citation Index - Expanded</i> y <i>Social Science Citation Index</i>	PUB	20
Rendimiento <i>per cápita</i>	Rendimiento académico <i>per cápita</i> de una institución	PCP	10

Fuente: ARWU

2. Más información disponible en: <http://www.shanghairanking.com>.

El sesgo hacia la investigación de este ranking es casi absoluto y resulta evidente que el modelo de calidad implícito está decididamente orientado a la investigación de punta, ya que las universidades son seleccionadas de acuerdo a la cantidad de Premios Nobel o Medallas Fields alcanzados por sus profesores o alumnos; a sus investigadores altamente citados; a los artículos publicados en *Nature* o *Science* durante los últimos diez años; y a los artículos indexados por *Science Citation Index - Expanded* (SCIE) y *Social Science Citation Index* (SSCI).<sup>3</sup> A cada indicador se le asigna un valor máximo de 100, que se corresponde con el obtenido por la mejor universidad en las diferentes categorías. Para las otras universidades, el indicador se calcula como un porcentaje proporcional de ese valor máximo. En el caso de las instituciones especializadas en humanidades y ciencias sociales no se considera el criterio de publicaciones en *Nature* y *Science* y el valor se redistribuye entre los demás indicadores de forma proporcional.

En 2015 las cuatro primeras universidades fueron norteamericanas (Harvard, Stanford, MIT y California–Berkeley). La quinta fue la universidad de Cambridge. En cuanto a las latinoamericanas, en ese mismo año, la primera fue la Universidad de San Pablo, seguida por la UBA. Las tres siguientes fueron brasileñas (Federal de Rio, UNESP y Campinas). En sexto lugar aparecía la Universidad de Chile.

### 3.1.2. *Times Higher Education World University Rankings (THE-TR)*

El *Times Higher Education World University Rankings* (THE-TR) fue creado en 2010 en el Reino Unido y se presenta como el único ranking a nivel mundial que mide el desempeño de las universidades en investigación intensiva alrededor de sus misiones centrales: enseñanza, investigación, transferencia de conocimiento y perspectiva internacional. Utiliza para ello trece indicadores de desempeño, con el propósito de lograr una comparación balanceada, probada por estudiantes, académicos, responsables universitarios, industrias y gobiernos.

19

---

3. La Medalla Internacional para Descubrimientos Sobresalientes en Matemáticas, conocida como Medalla Fields, es una distinción que concede la Unión Matemática Internacional para suplir la carencia de un Premio Nobel de matemáticas. Su nombre le fue dado en memoria del matemático canadiense John Charles Fields.

Tabla 3. Indicadores

criterio	Indicadores	Peso relativo (%)
<b>Enseñanza</b>	Encuesta de reputación	15
	Proporción personal/estudiantes	4,5
	Proporción doctorados/licenciatura	2,25
	Proporción doctorados otorgados/personal académico	6
	Ingreso institucional	2,25
<b>Investigación</b>	Encuesta de reputación	18
	Ingreso por investigación	6
	Productividad por investigación	6
<b>Citaciones</b>		30
<b>Perspectiva internacional</b>	Proporción estudiantes internacionales/locales	2,5
	Proporción personal internacional/local	2,5
	Colaboración internacional	2,5
<b>Ingreso de la industria</b>		2,5

Fuente: THE-TR

20

La metodología básica para 2015 es similar a la empleada en 2011-2012, pero se han hecho cambios en algunos indicadores.<sup>4</sup> Este ranking excluye de la clasificación a universidades que no enseñan a los estudiantes de grado o que en un período quinquenal han tenido una producción de artículos menor a 1000; es decir, alrededor de 200 al año.

El *Times Higher Education World University Rankings* ofrece además una selección de rankings entre los que se encuentran: *World Reputation Ranking*, *Asia University Ranking* y *Brics and Emerging Economies*. En el ranking THE-TR de 2015, tres de las primeras cinco universidades fueron de los Estados Unidos (Instituto Tecnológico de California, Stanford y MIT) y dos del Reino Unido (Oxford y Cambridge). En cambio, el resultado para América Latina presentó entre los cinco primeros puestos tres universidades de Brasil (Universidad de San Pablo, Campinas y la Federal de Rio de Janeiro) y las dos principales universidades chilenas (Universidad de Chile y Universidad Católica de Chile).

Como se puede ver, la reputación tiene un peso equivalente a un tercio de la ponderación. Otro aspecto importante son las citas (30%), por lo que sumando este rubro con el de investigación se alcanza el 60% del valor de la matriz. En cambio, los indicadores de enseñanza son indirectos, por lo que queda claro que el ranking

4. Más información disponible en: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings>.

pondera más la formación de investigadores que la de profesionales. Nuevamente, el modelo de calidad implícito es de las universidades de investigación avanzada.

### 3.1.3. QS Ranking. World University Rankings

El ranking QS, creado en 2004 en el Reino Unido y publicado de manera individual desde 2010, es el más grande de su tipo, ya que recaba información de 2000 universidades en ciento treinta países. Se basa en seis indicadores de desempeño que evalúan a las universidades en cuatro áreas: investigación, enseñanza, empleabilidad e internacionalización.<sup>5</sup> Cada uno de los seis indicadores lleva una ponderación diferente en el cálculo de las puntuaciones globales. Si bien cuatro de los seis indicadores se basan en los datos “duros”, la mayor parte del puntaje (60%) se asigna en base a la “reputación” académica y la de los empleadores de los egresados, en ambos casos sobre la base de encuestas globales. Para los indicadores basados en datos duros, el ranking QS utiliza alguna información proporcionada por las propias universidades y datos bibliométricos de la base de datos *Scopus*.

La preeminencia de la reputación en la matriz de evaluación de las universidades pone en evidencia que el ranking se apoya en la idea de que el prestigio es indicador de calidad. Por lo demás, la reputación es cuestionable desde las bases mismas de la metodología empleada: ¿cómo se seleccionan los informantes cuya opinión se demanda? El método deja abiertas las puertas a la endogamia, en la medida que no se controle la posibilidad de que sean las propias universidades las que sugieran los nombres de los informantes.

---

5. Más información disponible en: <http://www.topuniversities.com>.

**Cuadro 1. Indicadores**

**Reputación académica.** Medida por una encuesta global que da cuenta del punto de vista de los académicos acerca de las instituciones de mejor desempeño en su campo de experticia. Representa el 40% del puntaje total.

**Reputación del empleador.** Medida mediante una encuesta global en la cual se consulta a los empleadores para que identifique a las universidades de las cuales provienen los mejores egresados. Su peso relativo es del 10%.

**Relación de estudiantes por facultad (20%).**

**Citaciones por facultad,** sobre la base de citaciones proporcionadas por *Scopus*; su peso relativo es del 20%.

**Relación de profesores internacionales (5%).**

**Proporción de estudiantes internacionales (5%).**

Fuente: QS

El ranking QS publica también el QS-Estrellas, que adjudica a las “universidades de clase mundial” un número de estrellas variable, de 0 a 5, de acuerdo a la clasificación obtenida a partir de una evaluación que considera 50 diferentes indicadores agrupados en varias categorías. Entre estos indicadores, algunos remiten a investigación, enseñanza, internacionalización, empleabilidad, facilidades (infraestructura de la universidad), aprendizaje a distancia, responsabilidad social, innovación, arte, cultura e inclusión, así como también el criterio de los especialistas.

QS publica desde 2011 una selección de las 300 principales universidades en América Latina. La metodología que se usa para esta clasificación se corresponde con la clasificación general de universidades, pero adicionalmente se han incluido ciertos criterios que permiten la comparación de instituciones de acuerdo a las prioridades de la región.

**Cuadro 2. Indicadores para universidades de América Latina**

- Reputación académica (30%)
- Reputación de los empleadores (20%)
- Relación entre docentes y alumnos (10%)
- Citas a trabajos/artículos de la universidad (10%)
- Trabajos/artículos presentados por docentes de la universidad (10%)
- Porcentaje del personal de la universidad con un doctorado realizado (10%)
- Exposición de la universidad en internet (10%)

Fuente: QS



En su versión de 2016, la clasificación para América Latina presentaba en primer lugar a la UBA, seguida por la Universidad de San Pablo, la Universidad Católica de Chile, la de Campinas y la Universidad de Chile.

#### 3.1.4. *Ranking de Leiden*

El Centro de estudios de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Leiden (CWTS), en Holanda, publica desde 2008 el Ranking de Leiden, que clasifica 750 universidades en todo el mundo de acuerdo a la producción de publicaciones en revistas científicas internacionales en determinados periodos.<sup>6</sup> La clasificación está basada en información de la base de datos de la *Web of Science*. Sólo artículos de investigación y artículos de revisión son tomados en cuenta. Las publicaciones en colaboración son contadas fraccionadamente.

Se denominan core publications aquellas de la *Web of Science* que se publican en campos adecuados para el análisis de las citas. Los criterios de las core publications son: publicaciones escritas en inglés; publicaciones con uno o más autores; publicaciones que no son retractadas; publicaciones que aparecen en revistas centrales. En el cálculo de los indicadores del Ranking de Leiden, sólo estas publicaciones son tenidas en cuenta. Como señala Carlos Pérez Rasetti, cabe una reflexión acerca de los objetivos, el modelo y la relevancia de este ranking que focaliza sobre publicaciones científicas y citas, dejando de lado otros aspectos importantes de la producción académica.<sup>7</sup> Con todo, el sesgo no debe ser inferido, por explícito: el ranking no pretende predicar acerca de aquello que no pondera.

---

6. Más información disponible en: <http://www.leidenranking.com>.

7. Docente investigador de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Coordina la Red Iberoamericana de Indicadores de Educación Superior. Comentario realizado personalmente a los autores.

### Cuadro 3. Indicadores

- **Indicadores relacionados con el tamaño de la universidad**

Todos los indicadores, excepto el de resultados de publicación (P), tienen dos variantes: una dependiente del tamaño y otra independiente de él. La primera hace referencia a los indicadores que se obtienen por el conteo del número absoluto de publicaciones de una universidad, mientras que la segunda, a los indicadores que son obtenidos por el cálculo en la proporción de las publicaciones de una universidad.

- **Indicadores dependientes del tamaño**

Número de publicaciones altamente citadas de una universidad

Número de publicaciones de una universidad en coautoría con otras organizaciones

- **Indicadores independientes del tamaño**

Proporción de publicaciones de una universidad altamente citadas

Proporción de publicaciones de una universidad en coautoría con otras organizaciones

- **Indicadores de impacto científico**

- P (top 1%) y PP (top 1%). Número y proporción de las publicaciones de una universidad que se ubican en el 1% de las publicaciones más frecuentemente citadas

- P (top 10%) y PP (top 10%). Número y proporción de las publicaciones de una universidad que se ubican en el 10% de las publicaciones más frecuentemente citadas

- P (top 50%) y PP (top 50%). Número y proporción de las publicaciones de una universidad que se ubican en el 50% de las publicaciones más frecuentemente citadas

- TCS y MCS. El número total y el número promedio de citaciones de las publicaciones de una universidad

- TNCS y MNCS. El número total y el número promedio de citaciones de las publicaciones de una universidad normalizadas por el campo y año de publicación

- **Indicadores de colaboración**

- P (colaboración). Número y proporción de publicaciones en coautoría

- P (colaboración internacional). Publicaciones con coautores en dos o más países

- P (industria) y PP (industria) Publicaciones en coautoría con uno o más socios industriales

- P (<100km) y pp (<100km). Publicaciones en colaboración a una distancia menor a 100km

- P (>5000km) y pp (>5000km). Publicaciones en colaboración a una distancia mayor a 5000km

24

Fuente: Universidad de Leiden

De las primeras cinco universidades del Ranking de Leiden para 2015, tres fueron de los Estados Unidos (Harvard, Michigan y Johns Hopkins), una canadiense (Toronto) y una china (Zhejiang). En América Latina las cinco primeras universidades fueron brasileñas: San Pablo, Campinas, la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, la Estadual Paulista y la Federal de Rio de Janeiro.

### 3.1.5. Center for World University Rankings (CWUR)

El *Center for World University Rankings* (CWUR) mide desde 2012 la calidad de la educación y la formación de estudiantes al igual que el prestigio de los miembros de las facultades y la calidad de sus investigaciones sin depender de encuestas y datos suministrados por las universidades.<sup>8</sup> El CWUR usa ocho objetivos e indicadores para clasificar las principales mil universidades a nivel mundial.

**Tabla 4. Indicadores**

Indicador	Descripción	Peso relativo (%)
Calidad de la educación	Medida por el número de alumnos de universidades que han ganado importantes reconocimientos, premios medallas relativos al tamaño de las universidades	25
Empleabilidad de los alumnos	Medida por el número de alumnos de universidades que han ocupado posiciones de dirección general en las mejores empresas del mundo relativas al tamaño de las universidades	25
Calidad de las facultades	Medida por el número de académicos que han ganado reconocimientos de importancia a nivel mundial, premios y medallas	25
Publicaciones	Medida por el número de artículos de investigación publicados en revistas acreditadas	5
Influencia	Medida por el número de artículos de investigación publicados en revistas con alta influencia	5
Citaciones	Medida por el número de artículos de investigación altamente citados	5
Amplio impacto	Medida por el índice H de las universidades	5
Patentes	Medida por el número de patentes registradas internacionalmente	5

25

Fuente: CWUR

Una vez más, el modelo dominante es el de la investigación, pero en este caso llama la atención un sesgo importante en el indicador de empleo: hacia “las mejores empresas del mundo”. No se toman en cuenta otras posibilidades destacadas, como la función pública, la actividad solidaria en las ONG o el emprendedurismo exitoso, si no llega a alcanzar una dimensión internacional.

8. Más información disponible en: <http://cwur.org>.

Para 2015, la clasificación de las primeras cinco universidades incluyó tres de los Estados Unidos (Harvard, Stanford y MIT), así como las inglesas Cambridge y Oxford. Las cinco primeras universidades de América Latina fueron la de San Pablo, la Federal de Rio de Janeiro, la UNAM, la UBA y la Universidad Católica de Chile.

### 3.1.6. *University Ranking by Academic Performance (URAP)* <sup>9</sup>

El *University Ranking by Academic Performance (URAP)* es producido por el Instituto Informático de la Universidad Técnica de Medio Oriente (METU), de Ankara, Turquía. URAP se constituye como un equipo interdisciplinario que investiga la medición del desempeño académico para clasificar a las universidades de todo el mundo. El ranking de URAP de las principales 2000 universidades del mundo ha sido publicado anualmente desde el Primer Simposio Internacional URAP celebrado en Ankara en 2010. En 2011, URAP publicó las principales 1000 universidades clasificándolas en seis áreas científicas diferentes, tales como ingeniería, agricultura y ciencias ambientales, medicina, ciencias de la vida, ciencias naturales y ciencias sociales. En 2013, los campos fueron ampliados sobre la base de la clasificación australiana y neozelandesa para la investigación. El ranking está basado en seis indicadores de desempeño académico. Las publicaciones científicas constituyen la base metodológica de este ranking. Tanto la calidad como la cantidad de las publicaciones y del desempeño de la colaboración internacional en investigación, son usadas como indicadores.

---

9. Más información disponible en: <http://www.urapcenter.org/2015/>.

Tabla 5. Definiciones de los indicadores

Indicador	Definición	Peso relativo (%)
Artículo	Es una medida de productividad científica actual, que incluye artículos publicados e indexados por la <i>Web of Science</i> y listada en <i>InCites</i> . El número de artículos cubre; artículos, reseñas y notas.	21
Citaciones	Es la medida de sustentabilidad y continuidad de la productividad científica. La cuenta del total de documentos cubre toda la literatura académica que provee la base de datos de <i>Web of Science</i> , incluyendo ponencias, reseñas, cartas y discusiones.	21
Documentos totales	Es una medida del impacto de la investigación calificada, de acuerdo al número total de citas recibidas.	10
Impacto total de artículos	Es una medida de la productividad científica ajustada por la proporción de citas por publicación por institución (CPP) con el CPP mundial en 23 áreas temáticas. La proporción de la CPP por institución y la CPP mundial indican si el desempeño de la institución está por encima o por debajo del promedio mundial en cada campo. La proporción es multiplicada por el número de publicaciones en el campo y sumadas a los restantes.	18
Impacto total de citación	Es una medida del impacto de la investigación corregida por la CPP por institución normalizada con respecto a la CPP del mundo en 23 áreas temáticas. La proporción de la CPP por institución y la CPP del mundo indica si el desempeño de la institución está por encima o por debajo del promedio mundial en este campo.	15
Colaboración internacional	Es una medida de la aprobación global de una universidad. Los datos de colaboración, se basan en el número total de publicaciones hecha en colaboración con universidades extranjeras, obtenidas de <i>InCites</i> en un período determinado.	15

27

Fuente: URAP

El sistema de clasificación de URAP se enfoca en la calidad académica. URAP reúne información de cerca de 2500 instituciones de educación superior (IES) en un esfuerzo por clasificar dichas organizaciones por su desempeño académico. El puntaje total de cada IES está basado de acuerdo a su desempeño sobre ciertos indicadores. El estudio de URAP incluye IES en general, exceptuando instituciones académicas gubernamentales, por ejemplo: la Academia China de las Ciencias y la Academia Rusa de las Ciencias, entre otras. De las 2500 IES estudiadas por URAP, fue posible puntuar a dos mil de estas. Así, se cubre en el estudio aproximadamente 10% de todas las IES en el mundo. En el año 2015 las cinco primeras universidades del mundo fueron: Harvard, Toronto, Oxford, Johns Hopkins y Cambridge. Para América Latina el orden ponía en primer lugar a la Universidad de San Pablo, seguida por la UBA, la Estadual Paulista, la Federal de Río de Janeiro y Campinas.

## 3.2. Clasificaciones académicas

### 3.2.1. *Ranking Académico de las Universidades del Mundo por materias (ARWU-SUBJECT)*<sup>10</sup>

Creado en 2009, el Ranking Académico de las Universidades del Mundo por materias (ARWU-SUBJECT) clasifica a las universidades del mundo de acuerdo a cinco materias, entre las que se encuentran matemáticas, física, química, ciencias de la computación y economía/negocios. Anualmente publica las mejores 200 universidades de acuerdo a los siguientes criterios:

- Premios Nobel (profesores o alumnos);
- Medallas Fields o Premios Turing;
- Investigadores altamente citados;
- Artículos publicados en *Nature* o *Science* en los últimos diez años;
- Artículos indexados por *Science Citation Index - Expanded* (SCIE) y *Social Science Citation Index* (SSCI).

Los indicadores que se utilizan en el ranking por materias son:

- a) Número de antiguos alumnos ganadores de Premios Nobel y Medallas Fields, que se considera como un reflejo de la calidad de la docencia (10%);
- b) Número de profesores ganadores de Premios Nobel y Medallas Field (15%) e investigadores más citados en diversos campos (HiCi), lo que refleja la calidad del profesorado (25%);
- c) Número de los artículos indexados en *Science Citation Index – Expanded* (SCIE) y *Social Science Citation Index* (SSCI) (PUB), lo cual muestra la cantidad y calidad de la producción investigadora (25%);
- d) Porcentaje de artículos con alta calidad (TOP) (25%).

Para 2015, las universidades clasificadas por materia fueron todas norteamericanas, con una sola excepción: en el área de matemáticas se reconoció en quinto lugar a la Universidad Pierre y Marie Curie-París VI de Francia. Las norteamericanas fueron Princeton, Stanford, Harvard y California-Berkeley. En física todas fueron de los Estados Unidos (California-Berkeley, Princeton, Harvard, MIT, el Instituto de Tecnología de Massachusetts y el Instituto de Tecnología de California). En química los cinco primeros puestos fueron para universidades de los Estados Unidos (California-Berkeley, Harvard, Stanford, Instituto de Tecnología de California y Universidad del Noroeste), lo mismo que en computación, con Stanford, MIT, California-Berkeley, Harvard y Princeton. Finalmente, en economía/negocios las cinco primeras fueron Harvard, Chicago, MIT, California-Berkeley y Columbia.

---

10. Más información disponible en: <http://www.shanghairanking.com/es/SubjectMathematics2015.html#>.

### 3.2.2. Ranking Académico de las Universidades del Mundo por Grandes Áreas de Conocimiento (ARWU-FILED)<sup>11</sup>

En 2007, el Centro de las Universidades de Clase Mundial dio paso a la creación de un ranking dedicado a las universidades del mundo por grandes áreas del conocimiento (ARWU-FILED). Con este ranking se da cuenta de las mejores 200 universidades del mundo de acuerdo a cinco áreas del conocimiento: ciencias naturales y matemáticas, ingeniería/tecnología y ciencias de la computación, ciencias de la vida y de agricultura, medicina clínica y farmacia, y ciencias sociales.

En este ranking, las universidades son elegidas según los siguientes criterios:

- a) Contar con profesores o alumnos que hayan recibido un Premio Nobel, una Medalla Fields o un Premio Turing (25%).<sup>12</sup>
- b) Investigadores altamente citados y artículos publicados en *Nature* o *Science* en los últimos diez años (50%).
- c) Producir una cantidad significativa de artículos indexados por *Science Citation Index - Expanded* (SCIE) y *Social Science Citation Index* (SSCI) (25%).

Las áreas consideradas para la clasificación de las universidades son las siguientes:

**Tabla 6. Áreas para la clasificación de las universidades**

29

<b>Matemáticas y ciencias naturales (SCI)</b>	Matemáticas, física, química, meteorología, geología y astronomía, entre otras
<b>Ingeniería/tecnología y ciencias de la Computación (ENG)</b>	Mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería civil, ingeniería química, ciencias de los materiales e informática, entre otras
<b>Ciencias de la vida y agricultura (LIFE)</b>	Biológica, biomédica (por ejemplo, inmunología), agronomía y ciencias ambientales, entre otras
<b>Medicina clínica y farmacia (MED)</b>	Medicina clínica, odontología, enfermería, salud pública, ciencias veterinarias y farmacología, entre otras
<b>Ciencias sociales (SOC)</b>	Economía, sociología, ciencias políticas, derecho, educación y administración, entre otras

Fuente: *Academic Ranking of World Universities*

11. Más información disponible en: <http://www.shanghairanking.com/es/FieldSCI2015.html>.

12. El Premio Turing es un premio de las ciencias de la computación que otorga anualmente la Asociación para la Maquinaria Computacional (ACM) por las contribuciones al campo de las ciencias computacionales.

Los criterios que aplica son la calidad de la docencia, la calidad del profesorado, la cantidad y calidad de la producción investigadora.

Por motivos de normalización de datos e indicadores, este ranking no clasifica áreas y disciplinas relacionadas a las artes y humanidades, psicología, ciencias del comportamiento, neurociencias, entre otras no citadas en el cuadro anterior. Para el área de ingeniería, se ha creado un indicador particular referido al gasto en investigación anual en ingeniería e informática (FUND) con un valor del 25%. Actualmente, este dato sólo se aplica a universidades en Estados Unidos y algunas en Canadá. Las instituciones de otros países de los que no se obtiene información al respecto no tendrá en cuenta este indicador y su valor será reasignado en otros indicadores.

En 2015, las primeras cinco universidades en el área de matemáticas y ciencias naturales (SCI) fueron todas de los Estados Unidos (California-Berkeley, Harvard, Princeton, Stanford y el Instituto de Tecnología de California). En el área de ingeniería/tecnología y ciencias de la computación (ENG), las primeras cinco universidades en 2015 también fueron todas de los Estados Unidos (MIT, Stanford, California-Berkeley, Illinois en Urbana-Champaign y Texas en Austin). Entre las primeras cinco universidades del área de ciencias de la vida y agricultura (LIFE), en 2015 se registró la única excepción, que fue la inclusión de la Universidad de Cambridge en el segundo lugar, entre cuatro de los Estados Unidos (Harvard, Stanford, MIT y California, San Francisco). Ese mismo año, las primeras cinco universidades en el área de medicina clínica y farmacia (MED) fueron también norteamericanas (Harvard, California-San Francisco, Washington, Johns Hopkins y Stanford). El mismo resultado se produjo en la identificación de las primeras cinco universidades en el área de ciencias sociales (SOC), ya que todas ellas fueron de los Estados Unidos (Harvard, Chicago, MIT, Columbia y California-Berkeley).

### 3.2.3. *U-Multirank*<sup>13</sup>

*U-Multirank* es una herramienta desarrollada por la Unión Europea para seleccionar universidades con el Programa Erasmus. Constituye un nuevo enfoque multidimensional de rankings internacionales para instituciones de educación superior. Está operativo desde 2014. Ese año cubrió más de 850 instituciones de educación superior, 1000 facultades y 5000 programas de estudio de 74 países en todo el mundo.

Cuenta con un buscador que permite analizar universidades individualmente, o comparar algunas de ellas. Presenta una selección de cuatro rankings que permite observar el desempeño de las universidades en diversas áreas. Entre estos se encuentra: el ranking de investigación y enlaces de investigación; el ranking de participación económica; el ranking de enseñanza y aprendizaje; el ranking de orientación internacional.

---

13. Más información disponible en: <http://www.u-multirank.eu>.



Las dimensiones incluidas son enseñanza y aprendizaje, investigación, transferencia de conocimiento, orientación internacional y compromiso regional. *U-Multirank* utiliza datos empíricos para comparar instituciones con perfiles institucionales similares y permite a los usuarios el desarrollo de rankings personalizados por medidas de desempeño e indicadores, en términos de sus propias preferencias.

#### Cuadro 4. Indicadores Generales

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número total de estudiantes</li> <li>• Estudiantes en el primer año</li> <li>• Estudiantes internacionales</li> <li>• Número total de estudiantes en campo</li> <li>• Porcentaje de alumnas mujeres</li> <li>• Personal académico</li> <li>• Período de estudio</li> <li>• Tasa de matrícula para estudiantes nacionales</li> <li>• Tasa de matrícula para estudiantes internacionales</li> </ul>
--

Fuente: *U-Multirank*

#### Tabla 7. Indicadores del ranking de investigación y vínculos de investigación

<b>Investigación</b>	Tasa de citasiones Publicaciones científicas (número absoluto) Publicaciones científicas (número normalizado) Publicaciones más citadas
<b>Transferencia de conocimiento</b>	Publicaciones conjuntas con socios industriales

Fuente: *U-Multirank*

Tabla 8. Indicadores del ranking de participación económica

<b>Transferencia de conocimiento</b>	Publicaciones conjuntas con socios industriales Ingresos de fuentes privadas Patentes otorgadas (números absolutos) Patentes industriales conjuntas <i>Spin-offs</i> (firmas creadas entre universidades y empresas) Publicaciones citadas en patentes
<b>Participación regional</b>	Graduados de licenciaturas trabajando en la región Graduados de maestría trabajando en la región

Fuente: U-Multirank

### 3.3. Rankings nacionales

#### 3.3.1. U.S. News College Rankings<sup>14</sup>

El *U.S. News College Rankings*, creado en 2008, forma parte de una plataforma informativa fundamentalmente orientada a facilitar la toma de decisiones por parte de los estudiantes, permitiéndoles comparar colegios y universidades norteamericanas y de todo el mundo. Incluye varios rankings con temáticas específicas, tales como el ranking de mejores escuelas, el de las mejores escuelas de graduados, el de mejores universidades, el de mejores programas en línea o virtuales, el ranking de mejores universidades mundiales y el ranking de mejores universidades de la Región Árabe.

32

En este ranking se han clasificado instituciones de Estados Unidos y de aproximadamente 50 países, sobre la base de diez indicadores que miden la actuación de la investigación académica y sus reputaciones a nivel mundial, sin hacer distinción entre los programas de grado y de posgrado. Se presentan las 500 mejores universidades del mundo. El ranking toma como referencia los datos de *Thomson Reuters InCites* que da cuenta de 750 universidades, de las cuales elige, para publicar, las 500 mejores en todo el mundo, clasificadas bajo criterios de reputación, publicación de artículos en los últimos cinco años. Además de los indicadores bibliométricos (*Web of Science* para el período de cinco años) toma en cuenta una encuesta de opinión a investigadores y académicos en sus campos de conocimiento. La matriz de evaluación asigna 25 puntos a los indicadores de reputación y 75 a los bibliométricos.

---

14. Más información disponible en: <http://www.usnews.com/education/best-global-universities>.

**Tabla 9. Indicadores de reputación**

<b>Indicador</b>	<b>Definición</b>	<b>Peso relativo (%)</b>
<b>Reputación mundial en investigación</b>	Agregación de los últimos cinco años de los resultados de la encuesta de la reputación académica de las mejores universidades a nivel mundial para la investigación	12.5
<b>Reputación regional en investigación</b>	Este indicador refleja la agregación de los últimos cinco años de resultados de la encuesta de la reputación académica de las mejores universidades para la investigación en la región (las regiones se determinan con base en la definición de las Naciones Unidas)	12.5

Fuente: *U.S. News College Rankings*

**Tabla 10. Indicadores bibliométricos**

<b>Indicadores</b>	<b>Peso relativo (%)</b>
Publicaciones	12.5
Impacto de citas normalizadas	10
Citas totales	10
Número de publicaciones que se encuentra entre el 10% más citado	12.5
Porcentaje de publicaciones totales que se encuentran entre el 10% más citado	10
Colaboración internacional	10
Número de doctorados adjudicados	5
Número de doctorados adjudicados por miembros del personal académico	5

Fuente: *U.S. News College Rankings*

De las cinco primeras universidades del ranking mundial de 2016, cuatro fueron de los Estados Unidos (Harvard, MIT, California Berkeley y Stanford) y una inglesa: Oxford. En cuanto a las latinoamericanas, la primera fue la de San Pablo, seguida por la Federal de Rio, Campinas, la UBA y la UNAM.

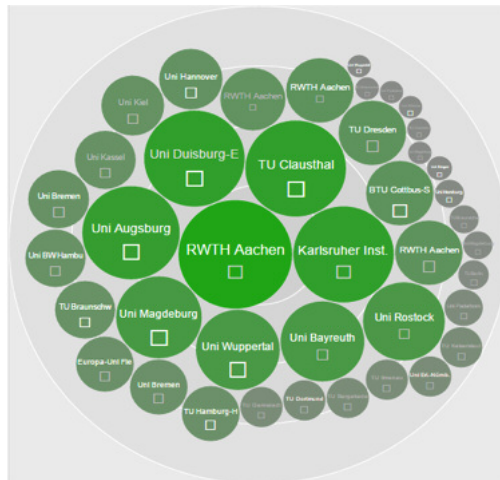
### 3.3.2. CHE University Ranking

El ranking universitario CHE, creado en 1998, detalla la situación de las instituciones de educación superior alemanas.<sup>15</sup> Se incluyen en el ranking 35 temas, entre los cuales se encuentran programas de estudio, enseñanza, equipamiento e investigación. Además, se incluye la evaluación de 250.000 estudiantes de IES, así como una evaluación de la reputación de los departamentos por profesores de asignaturas individuales. El ranking recolecta datos a través de cuestionarios dirigidos a miembros de departamentos y facultades, profesores y estudiantes, así como a un análisis de la actividad de publicación de los académicos de un respectivo departamento. Los datos del nivel institucional son recolectados de las instituciones de educación superior involucradas, así como de los ex alumnos o graduados. Toma en cuenta indicadores como el mercado laboral, orientación de las carreras, equipamiento, investigación, orientación internacional, resultados de los estudios, universidad y ciudad, estudiantes, estudios académicos y enseñanza.

Para generar resultados gráficos con respecto al desempeño de las universidades en Alemania, el ranking permite seleccionar áreas de conocimiento y criterios (indicadores) de acuerdo a la preferencia de los usuarios. Las mejores universidades aparecen en el centro del gráfico. En este caso, se ha elegido el área de ingeniería industrial y se han tomado como indicadores la situación general de los estudiantes, orientación a la investigación, infraestructura informática, graduaciones en tiempo apropiado y orientación internacional.

34

**Gráfico 1. Área de ingeniería industrial**



Fuente: CHE University Ranking

15. Más información disponible en: <http://www.che-ranking.de/cms/?getObject=2&getLang=de>.

### 3.3.3. Ranking de las universidades españolas

También denominado ISSUE (Indicadores Sintéticos de las Universidades Españolas), este ranking fue creado en 2013 conjuntamente por la Fundación BBVA y el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE).<sup>16</sup> Comprende dos rankings generales, uno de volumen de resultados (ISSUE-V) y otro de productividad (ISSUE-P), así como de docencia, investigación, innovación, desarrollo tecnológico y de titulaciones concreta.

**Tabla 11. Indicadores**

Dimensión	Ámbito	Indicador	Peso relativo (%)
<b>Docencia</b>	Recursos	Profesor doctor por cada cien alumnos Presupuesto/alumno Profesor doctor/profesores	56
	Producción	Tasa de éxito Tasa de evaluación Tasa de abandono	
	Calidad	Índice de capacidad de atracción % de estudiantes de posgrado Notas de corte	
	Internacionalización	% de alumnos extranjeros % de alumnos en programas de intercambio % de alumnos matriculados en programas en lenguas no oficiales	
<b>Investigación</b>	Recursos	Recursos públicos competitivos por profesor doctor. Contratos de personal doctor, becas de investigación y apoyo técnico sobre el presupuesto total	34
	Producción	Documentos citables con referencia ISI por profesor doctor Sexenios totales sobre sexenios posibles Tesis doctorales leídas por cada cien profesores doctores	
	Calidad	Factor medio de impacto % de publicaciones en el primer cuartil Citas por documento	
	Internacionalización	Fondos de investigación europeos o internacionales por profesor doctor % de publicaciones en coautorías internacionales	
<b>Innovación y desarrollo tecnológico</b>	Recursos	Ingresos por licencias por cien profesores doctores Ingresos por contratos de asesoramiento por cada cien profesores doctores Ingresos por formación continua por profesor doctor	10
	Producción	Número de patentes por cien profesores doctores Horas de formación continua por profesor doctor Número de contratos por profesor doctor	
	Calidad	Patentes comercializadas por profesor doctor	
	Internacionalización	Patentes triádicas por cien profesores doctores Ingresos por contratos internacionales por profesor doctor	

Fuente: ISSUE 2015

16. Más información disponible en: <http://www.u-ranking.es>.

### 3.4. Rankings especializados

#### 3.4.1. SCImago Institutions Rankings (SIR)<sup>17</sup>

El grupo denominado *SCImago*, conformado por investigadores españoles en bibliometría, ha desarrollado una plataforma a partir de la base de datos *Scopus*, de Elsevier en la que se presentan rankings de publicaciones recortados por instituciones o países. *SCImago Institutions Rankings*, es uno de ellos. Se trata de una herramienta elaborada con el propósito de que sirva como instrumento para la evaluación de las universidades a nivel mundial y también a las instituciones dedicadas a la investigación. Con este ranking se categorizan instituciones de acuerdo con un conjunto de rangos como investigación, innovación y visibilidad web. Los rangos de las instituciones de para cada uno de los indicadores ha sido normalizado en una escala de 0 a 100. La evaluación de cada indicador determina la posición de cada institución con respecto a otras para facilitar estudios comparativos. Las instituciones se han seleccionado con el único criterio de ser instituciones de investigación con más de cien publicaciones incluidas en la base de datos de *Scopus* durante el último año del periodo de tiempo, que generalmente consta de cinco años. Las instituciones han sido segmentadas por los países a los que pertenecen, incluyendo instituciones multinacionales (MUL) que no pueden ser atribuidas a cualquier país.

**Tabla 12. Indicadores**

36

<b>Criterio</b>	<b>Indicadores</b>
Investigación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultados</li> <li>- Colaboración internacional</li> <li>- Impacto normalizado</li> <li>- Publicaciones de alta calidad</li> <li>- Índice de especialización</li> <li>- Tasa de excelencia</li> <li>- Liderazgo científico</li> <li>- Liderazgo con excelencia</li> <li>- Conjunto de talentos</li> </ul>
Innovación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento innovador</li> <li>- Impacto tecnológico</li> </ul>
Visibilidad en la web	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamaño de la web</li> <li>- Dominio de enlaces de entrada</li> </ul>

Fuente: SIR

17. Más información disponible en: <http://www.scimagoir.com/>.

En la edición de 2016 las cinco primeras universidades fueron de Estados Unidos: Harvard, Stanford, MIT, Michigan y Johns Hopkins.<sup>18</sup> En el caso de América Latina, la institución que encabeza el ranking de 2016 es la Universidad de San Pablo, seguida por Campinas, la UNAM, la Universidad Federal de Rio de Janeiro y la Estadual Paulista.

### 3.4.2. *SCImago Journal & Country Rank (SJR)*<sup>19</sup>

*SCImago Journal & Country Rank* es otro producto elaborado por el grupo español a partir de la información contenida en la base de datos *Elsevier B.V de Scopus*. Creado en 2009, este ranking incluye las revistas y los indicadores científicos discriminados por países. Estos indicadores pueden ser usados para evaluar y analizar dominios científicos. El ranking toma su nombre del indicador *SCImago Journal Rank (SJR)*, el cual muestra la visibilidad de las revistas contenidas en la base de *Scopus* desde 1996. Se clasifican más de 1500 universidades de 83 países.

## Cuadro 5. Indicadores

<p><b>Indicadores</b></p> <p>Los indicadores bibliométricos de <i>SCImago</i> se basan en los siguientes cuatro criterios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura de la revista</li> <li>- Relación entre la producción primaria (artículos citables) y total por revista de la base de datos</li> <li>- Criterio asignado por tipos de documentos</li> <li>- Precisión de la vinculación entre las referencias y los registros de origen</li> </ul> <p><b>Clasificación por países</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos</li> <li>- Documentos citables</li> <li>- Citaciones</li> <li>- Citaciones propias</li> <li>- Citaciones por documentos</li> <li>- Índice H</li> </ul> <p><b>Indicadores por Revista</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SJR: Indicador que mide el impacto de la revista, influencia o prestigio</li> <li>- Tipo: b (libro); k (libro de serie); p (conferencias y procedimientos); j (revistas); d (revistas especializadas)</li> <li>- Índice H</li> <li>- Documentos totales (en los últimos tres años)</li> <li>- Referencias totales</li> <li>- Citas totales (en los últimos tres años)</li> <li>- Documentos citables (en los últimos tres años)</li> <li>- Promedio de citaciones por documento (en un periodo de dos años)</li> </ul>	37
--	----

Fuente: SJR

18. Se toma el caso del ranking de innovación, específicamente para "conocimiento innovador".

19. Más información disponible en: <http://www.scimagojr.com>.

Para 2014, el ranking por países había ubicado en primer lugar a los Estados Unidos, seguido por China, el Reino Unido, Alemania, Japón, la India, Francia, Italia, Canadá y España. En el caso de América Latina, en 2014 el primer lugar fue para Brasil, seguido por México, Argentina, Chile, Colombia, Cuba, Venezuela, Perú, Uruguay y Ecuador. En cuanto al ranking de revistas, entre las diez primeras había cinco de los Estados Unidos y cinco del Reino Unido, todas de temas biomédicos, a excepción de *Reviews of Modern Physics*, *Quarterly Journal of Economics* y el *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*. Ocho de las primeras diez revistas latinoamericanas fueron de Brasil; las restantes, una de México y una de Chile.

### 3.4.3. Ranking Web de Universidades (Webometrics)

El Laboratorio de Cibermetría del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España creó en 2004 el Ranking Mundial de Universidades en la Web, que proporciona una clasificación de instituciones de educación superior de todo el mundo de acuerdo a su presencia e impacto en la web. Este ranking calcula el número de archivos disponibles a través de las páginas web de las universidades, usando el dominio institucional como una unidad de análisis. El ranking aplica una distribución con peso equivalente entre indicadores de actividad, referidos a publicaciones y contenidos en la web, e indicadores de impacto y visibilidad, medidos a través del número de enlaces externos recibidos (visibilidad web).

**Tabla 13. Indicadores**

38

<b>Indicadores de actividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia (1/3). El número total de páginas web alojadas en el dominio web principal (incluyendo todos los subdominios y directorios) de la universidad obtenidos en Google.</li> <li>- Apertura (1/3): tiene en cuenta el número total de ficheros ricos (pdf, doc, docx, ppt), publicado en sitios web tal como se recogen en el motor de búsqueda Google Académico (<i>Google Scholar</i>).</li> <li>- Excelencia (1/3): artículos comprendidos entre el 10% más citados de sus respectivas disciplinas científicas.</li> </ul>
<b>Indicadores de visibilidad</b>	<p>Tiene en cuenta enlaces y dominios enlazantes obtenidos de los dos proveedores más importantes de esta información: <i>Majestic SEO</i> y <i>ahrefs</i>.</p> <p>El indicador es el producto de la raíz cuadrada del número total de vínculos recibidos por el número de dominios distintos que han originado dichos vínculos, por lo que no sólo es importante la popularidad de los enlaces, sino también la diversidad de los mismos.</p>

Fuente: *Webometrics*



En 2016 *Webometrics* ubicaba en el primer lugar a la universidad de Harvard, seguida por el MIT, Stanford, California-Berkeley y Michigan. En el caso de Latinoamérica, la primera posición fue para la Universidad de San Pablo, seguida por la UNAM, Campinas, la Universidad de Chile y la UBA.

#### 3.4.4. *Performance Ranking of Scientific Papers for World Universities (NTU)*<sup>20</sup>

El ranking de desempeño de artículos científicos para las universidades del mundo, también conocido como el Ranking NTU, es realizado por la Universidad Nacional de Taiwán a partir de 2007. Este ranking provee una clasificación general, una clasificación para seis campos y una clasificación para 14 temas seleccionados. Este sistema de clasificación evalúa el desempeño de los artículos científicos; los indicadores son diseñados para comparar la calidad y cantidad de artículos de este tipo en cada universidad.

Este ranking emplea métodos bibliométricos para analizar y clasificar el desempeño de los artículos científicos en las principales quinientas universidades a nivel mundial. La selección de estas 500 universidades para ser incluidas en este sistema de clasificación se da sobre la base en la información obtenida de *Essential Science Indicators* (ESI), de la cual es posible sustraer el número de artículos de revista publicados y el número de citaciones.

**Tabla 14. Indicadores**

Criterio	Indicadores	Peso relativo (%)	
Productividad de la investigación	Número de artículos en los últimos 11 años (2004 - 2014)	1	25
	Número de artículos en el año actual (2014)	15	
Impacto de la investigación	Número de citaciones en los últimos 11 años (2004-2014)	15	35
	Número de citaciones en los últimos dos años (2013-2014)	1	
	Promedio del número de citaciones en los últimos 11 años (2004-2014)	1	
Investigación de excelencia	Índice H en los últimos dos años (2013-2014)	1	40
	Número de artículos altamente citados (2004-2014)	15	
	Número de artículos en revistas de alto impacto en el año actual (2013-2014)	15	

Fuente: NTU

20. Más información disponible en: <http://nturanking.lis.ntu.edu.tw>.

El ranking general de universidades para 2015 mostraba en primer lugar a la Universidad de Harvard, seguida por la Johns Hopkins, la de Toronto, Stanford y Washington-Seattle. Para Latinoamérica, la clasificación de universidades asignaba el primer lugar a la Universidad de San Pablo, seguida por la UNAM, Campinas, Federal de Rio de Janeiro y la UBA.

#### 3.4.5. *International Colleges & Universities* <sup>21</sup>

El *International Colleges & Universities* es un motor de búsqueda de educación superior y de universidades internacionales acreditadas en todo el mundo. Creado en 2005, este motor incluye 11.307 universidades y escuelas, clasificadas por su popularidad en la web en 200 países. El objetivo de este sitio es ofrecer un ranking de popularidad aproximada de universidades y escuelas del mundo basadas en la popularidad de sus sitios web.

Dentro de los rankings que presenta este buscador se encuentran el Ranking Web de Universidades (Top 200 a nivel mundial y Top 100 para cada continente), el de universidades en las redes sociales (universidades en Facebook, Twitter y LinkedIn, entre otras), el listado de universidades populares (en Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Australia e India) y el listado de otras instituciones de educación superior (organizaciones relacionadas con educación superior, universidades sin sitio web, universidades y escuelas religiosas, listado alfabético de universidades del mundo).

El ranking se basa en un algoritmo que incluye cinco medidas web parciales e independientes extraídas de tres motores de búsqueda diferentes: *Google Page Rank*, *Alexa Traffic Rank*, *Majestic Seo Referring Domains*, *Majestic Seo Citation Flow* y *Majestic Seo Trust Flow*. El valor normalizado de la clasificación se presenta como un promedio ponderado de los valores presentados por los tres motores de búsqueda anteriormente comentados. Este ranking no revela la fórmula exacta para realizar la ponderación de los valores por razones de derechos de autor y para minimizar los intentos de manipulación de los webmasters universitarios con el fin de lograr una mejor clasificación.

El ranking de universidades en el mundo para 2015 comprendía las 200 principales y asignaba el primer lugar al MIT, seguido por las universidades de Stanford, Harvard, California-Berkeley y Cornell. En Latinoamérica el top 100 de universidades estaba encabezado por la Universidad Nacional Autónoma de México, seguida por la de San Pablo, la UBA, Brasilia y Monterrey.

## 4. Una mirada crítica

La globalización de los rankings ha sido siempre controversial. Por un lado, estas “tablas de posiciones” disfrutaron de un interés público que en parte tiene que ver con aspectos competitivos y lúdicos de las sociedades. Es atractiva la idea de disponer

---

21. Más información disponible en: <http://www.4icu.org>.

de una herramienta que permita realizar algo así como un campeonato mundial de universidades. Un periódico reputado por su seriedad informaba recientemente que, en la última versión del ranking de Shanghái, la Universidad de Buenos Aires (UBA) era la mejor universidad de habla española, porque si bien compartía el puntaje con una universidad española estaba un puesto más arriba por el orden alfabético. Una afirmación propia de un adepto a un club de fútbol. También a los tomadores de decisiones políticas la información que ofrecen los rankings les resulta atractiva, por cuanto es fácil de comprender. Es por esto que, como señala Marginson (2006), la creciente popularidad de los rankings con frecuencia deja de lado el análisis de su validez y del modo en que se seleccionan los datos, así como de sus efectos en la organización de los sistemas de educación superior. La mirada crítica suele quedar limitada a ámbitos académicos en los que se cuestiona la objetividad de las tablas de posiciones globales, por los sesgos y los modelos implícitos que conllevan. También se suele criticar a los rankings de universidades por su dimensión normativa, por su metodología y por las fuentes de información que se utilizan en su elaboración. Si bien hay quienes sostienen que evaluar las universidades y aplicar principios de competitividad entre ellas no es necesariamente malo, consideran criticable que promuevan implícitamente un cierto tipo de universidades que en el discurso político se ha impuesto como modelo a seguir (Krüger y Molas, 2010).

En esta doble faceta -repercusión mediática y escasez de análisis crítico- reside uno de los puntos de interés principal para investigar sobre los rankings universitarios en la actualidad y reflexionar acerca de sus fundamentos conceptuales, opciones metodológicas, calidad y disponibilidad de fuentes, así como también la naturaleza de los organismos que construyen los rankings y los complejos procesos de difusión y apropiación de sus resultados (Usher y Savino, 2007).

41

No son las únicas críticas que reciben los rankings. Se ha señalado que tienden a desconocer y uniformar la diversidad, por lo que tampoco son adecuados para reconocer los diferentes tipos de universidades, teniendo en cuenta que no todas ellas tienen los mismos objetivos ni la misma historia institucional. Es una ficción con poco sustento en la realidad suponer que todas ellas jueguen el mismo juego, o que compitan directamente entre sí para obtener puntajes (Barsky, 2014). Esta crítica coincide con la idea de que los rankings por sí mismos hacen inevitable la competencia entre ellas, cuando se identifica una mejor posición con una mejor calidad (Tomàs *et al.*, 2015).

La definición de “calidad”, los criterios que la expresan y los indicadores que la harían mensurable es un problema teórico de difícil resolución. No hay consenso acerca del contenido de los conceptos de “calidad” o “excelencia” en la educación superior. ¿Cómo se traduce la calidad en una variable susceptible de ser medida en una escala? Por otra parte, la calidad no es un atributo homogéneo para cada universidad, sino que varía en gran medida entre las distintas facultades o departamentos. De hecho, existen rankings de facultades o departamentos disciplinarios que con frecuencia arrojan resultados diferentes a los de la universidad en su conjunto (Pérez-Esparrells y Gómez-Sancho, 2010).

La diversidad de perfiles institucionales y la multiplicidad de sus funciones hacen difícil definir la calidad académica de las universidades. En teoría, un buen ranking debería tomar en cuenta la pluralidad de misiones que a éstas les son encomendadas. Esto se refiere tanto a la actividad docente como a la actividad investigadora y la extensión, o a la denominada “tercera misión” que engloba las relaciones de las universidades con su entorno. En la práctica, los rankings simplifican la consideración de las diversas dimensiones y el ordenamiento se sesga en función de la actividad investigadora. Hay algo de ideológico en esta opción, por cuanto se toma como modelo ideal el de las universidades “de investigación” al estilo de Harvard, pero hay también razones de orden práctico, ya que se dispone de mucho conocimiento acumulado en la medición de las actividades de I+D, como lo demuestra la existencia del Manual de Frascati. Además, la investigación es la única actividad que dispone de datos comparables a escala global, como son los que se obtienen a partir de las bases de datos *ISI Web of Knowledge* o *Scopus*. Como se verá, algunos rankings se limitan a ordenar las universidades por la única variable de sus publicaciones científicas en revistas de primera línea.

Van Raan (2005) discute los problemas conceptuales y metodológicos de construir rankings de universidades por métodos bibliométricos. Estos mismos aspectos fueron también discutidos por Liu and Cheng (2005). Desde el punto de vista metodológico, existe un debate abierto acerca de los criterios de inclusión (por ejemplo, cómo considerar a los hospitales y centros médicos), de los pesos relativos de las variables, de la interdependencia entre ellas y la razonabilidad de comparar universidades de diferente tamaño, entre otros tópicos.<sup>22</sup>

42

Aunque los indicadores de investigación, cuando son medidos por el tipo de publicaciones registradas en dichas fuentes, reciben numerosas críticas, aun cuando se trata de la evaluación en ciencia, su simplicidad es útil para construir una visión global de las universidades. Por el contrario, los indicadores de docencia, o no existen, o son rudimentarios y los de vinculación con el entorno o de “tercera misión”, por su dificultad son objeto de análisis en varios proyectos internacionales, entre los que destaca el Manual de Valencia impulsado por la RICYT y la OEI, sin que haya sido posible determinar, hasta el presente, una fórmula que permita incorporar en una comparación internacional aquellos aspectos esencialmente relacionados con los contextos locales.

Con el fin de abordar esta problemática, el IREG (mencionado en el primer apartado) constituyó en 2004 un Grupo Internacional de Expertos sobre Rankings (IREG), mencionado en el apartado anterior. En su segunda reunión, realizada en Berlín en 2006, el Grupo aprobó un documento que contiene un conjunto de principio de calidad y buenas prácticas en la elaboración de rankings de educación superior, conocido como los *Berlin Principles on Rankings of Higher Education Institutions* (2006).<sup>23</sup> El documento expone claramente que los rankings aportan un enfoque de mercado al proceso de evaluación de las instituciones educativas.

---

22. “Comparing university rankings” - Isidro F. Aguillo, Judit Bar-Ilan, Mark Levene y José Luis Ortega. Recibido el 19 de noviembre de 2009 y publicado online el 23 de febrero de 2010. Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungría.  
23. Más información disponible en: [http://ireg-observatory.org/en/pdf/IREG-Guidelines\\_Spanish.pdf](http://ireg-observatory.org/en/pdf/IREG-Guidelines_Spanish.pdf).

La combinación entre objeciones conceptuales profundas y, al mismo tiempo, de fascinación por los rankings está bien ejemplificada en los Principios de Berlín. La lectura de los criterios que se establecen en este documento pone en evidencia la extrema dificultad de construcción de un ranking. Los criterios son presentados al mismo tiempo como estándares para la construcción de rankings y como advertencias sobre los recaudos necesarios para garantizar su credibilidad.

El primer criterio afirma que los rankings son una aproximación, entre otras, a la evaluación de los insumos, procesos y resultados de la educación superior. Es muy interesante que en este punto el texto reconoce que la mirada que sustenta los rankings está basada en el mercado y en atender a su demanda.

El segundo criterio advierte sobre la necesidad de ser claros respecto a los propósitos de cada ranking, así como a los grupos sociales o institucionales a los que está destinado. Los indicadores apropiados para ciertas instituciones pueden no ser adecuados para otras, se reconoce. Es por esto que se advierte que en la construcción de los rankings es preciso reconocer la diversidad de instituciones de educación superior y tomar en cuenta las diferentes misiones y objetivos de cada una de ellas.

El problema de las fuentes de información no está ausente de los Principios de Berlín. En este sentido, se advierte acerca de la necesidad de que los rankings sean transparentes con respecto a sus fuentes de información y al sesgo implícito en cada una de ellas. También se recomienda especificar los contextos lingüísticos, culturales, económicos e históricos de los sistemas educativos en los que las universidades a ser incorporadas al ranking están insertas. El documento especifica que en particular los rankings internacionales deben estar atentos a posibles sesgos. No todos los países o sistemas comparten los mismos valores y las mismas creencias acerca de qué constituye la calidad de las instituciones terciarias. Por eso, se advierte que no se deberían forzar las comparaciones.

El criterio de transparencia es extendido en los Principios de Berlín, no solamente a las fuentes informativas, sino también en lo que se refiere a la metodología usada para crear los rankings. También señalan que se deben elegir los indicadores de acuerdo con su relevancia y validez, a la par que recomiendan como preferible medir los resultados, más que los insumos, siempre que ello sea posible.

¿En qué medida los recaudos que enumera el texto de los Principios de Berlín garantizan la objetividad de los rankings? ¿Es posible llevarlos a la práctica, o la idea de un ranking no competitivo es un oxímoron? Quizás sea pertinente coincidir con Stella y Woodhouse (2006), cuando afirman que parece como si una alerta sobre los peligros de fumar fuera convertida en un documento que dijera: “No hay problemas con fumar siempre y cuando usted evite los peligros del cigarrillo”.

## 5. Un modelo normativo

Apenas quince universidades se alternan en las primeras cinco posiciones de los diez rankings globales que son analizados en este informe. Diez de ellas son norteamericanas, dos son inglesas, una canadiense, una sueca y otra china. Este solo hecho pone en evidencia el hecho implícito de que se trata de un modelo normativo; una suerte de *benchmarking* que sugiere que, para ser mejores, las universidades deben aspirar a asemejarse a este grupo selecto.

La Universidad de Harvard tiene gran ventaja sobre las demás, ya que aparece primera en ocho de los diez rankings y segunda en otro (QS). Llamativamente, no ocupa ninguno de los cinco primeros puestos en el *Times* (THE). Otras dos universidades ocupan la primera posición en otros tantos rankings. El Instituto Tecnológico de California es primero en el ranking *Times* y quinto en el QS. El MIT es primero en el ranking QS, segunda en el *U.S. News*, tercera en el de Shanghái (ARWU), lo mismo que en el WEBO, CWUR y SCImago. Aparece también quinta en el *Times* (THE). La Universidad de Stanford está también presente en las primeras cinco posiciones de nueve de los diez rankings. Es cuatro veces segunda (Shanghái, WEBO, CWUR y SCImago), una vez tercera (THE) y tres veces cuarta (*U.S. News*, QS y NTU) puntúa en cuatro rankings, con posiciones entre tercera, cuarta y quinta.

**Tabla 15. Primeras posiciones en rankings**

Universidad	THE	WEBO	ARWU	CWUR	Leiden	SCI mago	US News	QS	NTU	URAP
Instituto Tecnológico de California	1							5		
Universidad de Oxford	2			5			5			3
Universidad de Stanford	3	2	2	2		2	4	4	4	
Universidad de Cambridge	4		5	4				3		5
Instituto Tecnológico de Massachusetts	5	3	3	3		3	2	1		
Universidad de Harvard		1	1	1	1	1	1	2	1	1
Universidad de California Berkeley		4	4				3			
Universidad Cornell		5								
Universidad de Michigan					3	4				
Universidad de Washington									5	
Universidad de Toronto					2				3	2
Universidad Zhejiang					4					
Universidad Johns Hopkins					5	5			2	4

Fuente: elaboración propia

Las restantes universidades de este primer escalón tienen apariciones más esporádicas. Seis de ellas son de los Estados Unidos: Berkeley, Cornell, Michigan, Washington, John Hopkins y Rockefeller. A ellas se agregan dos: una canadiense (Toronto) y una china (Zhejiang).

El predominio de las universidades de los Estados Unidos es evidente, así como también lo es que Harvard constituye el modelo de mayor excelencia. Por este motivo, llama la atención que en el ranking *Times* no figure en los primeros puestos. La explicación parecería estar en el hecho de que este ranking, como se analizó en la subsección 5.1.2., concede una tercera parte del puntaje a las encuestas de reputación, lo que disminuye el peso relativo de indicadores “objetivos” como los bibliométricos o el número de Premios Nobel. El hecho de que el ranking sea de origen inglés puede haber influido en que la Universidad de Oxford aparezca en el segundo lugar y la de Cambridge en el cuarto.

Ahora bien, este extraordinario desempeño de Harvard y un pequeño grupo de universidades ya reputadas por la calidad de la investigación que realizan permite pensar que los rankings están diseñados sobre la base de su modelo, ya que, si no fuera así, sería evidente la inutilidad de tal esfuerzo, ya que sólo se trataría de intentar demostrar lo obvio: las primeras universidades de investigación son aquellas que más investigan. Una verdadera tautología.

Un fenómeno similar, pero aún más concentrado, se observa con respecto a las universidades latinoamericanas cuando se las compara a nivel regional. En este caso, la Universidad de San Pablo ocupa el primer lugar en nueve de los diez rankings y es la segunda del restante. Ninguna otra universidad latinoamericana se aproxima siquiera a tal desempeño. La UBA es la primera en el ranking QS, pero su resultado general es muy inferior: dos veces ocupa el segundo puesto: Shanghái (ARWU) y URAP; dos veces el cuarto (CWUR y *U.S. News*) y dos veces el quinto (WEBO y NTU).

La Universidad de Campinas no ocupa el primer lugar en ningún caso, pero aparece entre las primeras posiciones de nueve de los diez rankings: tres veces en la segunda posición (*Times*, Leiden y *SCImago*), tres veces en la tercera (WEBO, *U.S. News* y NTU), una vez en la cuarta (QS) y dos en la quinta (ARWU y URAP). El resto de las universidades tienen un desempeño inferior. La UNAM es segunda en dos ocasiones (WEBO y NTU), tercera en otras dos (CWUR y *SCImago*) y quinta en *U.S. News*. Las dos principales universidades chilenas aparecen cuatro veces cada una entre el tercero y el quinto puesto. Otras tres universidades tienen esporádicas apariciones en el top five de los rankings analizados. Se trata de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, la Universidad Estadual Paulista y la Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS).

En cambio, el panorama de las universidades latinoamericanas muestra más dispersión en los rankings globales, cuando se las compara con las del resto del mundo. La Universidad de San Pablo está undécima en el ranking de Leiden, baja a la posición 35 en el URAP, 49 en WEBO, 58 en el NTU, 76 en *SCImago*, 117 en *U.S. News*, 138 en el CWUR y en el rango entre 201 y 250 en el *Times*. Campinas oscila

en posiciones entre el nivel 300 y el 400. La UBA es más desconcertante porque oscila entre el puesto 124 y el 372. La Universidad de Chile está entre el puesto 501 y 600 para el *Times*, pero sube al puesto 209 para el QS y 274 para el WEBO. La UNAM varía entre el puesto 62 para WEBO, 313 en *SCImago*, 341 en CWUR y 359 en *U.S. News*. Las restantes latinoamericanas registran oscilaciones similares en posiciones cercanas a los puestos 200 a 300.

Sobre el particular, Rodolfo Barrere observa que la dispersión de las universidades latinoamericanas puede estar relacionada con dos fenómenos: por un lado, los indicadores que se eligen y, por el otro, la tendencia a la concentración.<sup>24</sup> En el caso del primer fenómeno, se refiere que la elección de indicadores que dividen aguas en los primeros puestos (el modelo normativo), pero remiten a aspectos muy poco frecuentes en América Latina (como los Premios Nobel y, en menor medida, los papers en *Nature* y *Science*), ocasiona que pequeños cambios generen saltos considerables. Así, si una universidad publicara dos artículos en *Nature* o *Science* en un año, probablemente no sería cualitativamente tan diferente a lo que era el año anterior, pero subiría muchos puestos en el ranking. Con mucha más razón, si se diera el poco frecuente caso de que un docente o un ex alumno saque un Nobel. En cuanto al segundo fenómeno señalado, la variabilidad puede ser atribuida al hecho de que en el caso de los indicadores de educación superior se produce una distribución de Pareto similar a la que se observa en los indicadores de I+D. Como las universidades latinoamericanas no pertenecen al 20% superior, sino al 80% restante, aparecen al final de la distribución y la diferencia entre ellas es mínima. Por ese motivo una pequeña variación en el número de papers, por ejemplo, puede modificar muchos puestos de diferencia en la distribución.

46

## Conclusiones

En este trabajo se han revisado los rankings internacionales de universidades más conocidos, algunos de ellos multidimensionales y otros unidimensionales; estos últimos, generalmente centrados sobre la investigación. En efecto, la mayoría de los rankings otorgan un fuerte peso relativo a la actividad investigadora o están dedicados exclusivamente a ella, ya sea por ajustarse a un modelo que identifica la calidad de las universidades con su fortaleza en investigación, o por simplificación metodológica, debido a la mayor facilidad para obtener datos objetivos de esta función, en relación con las restantes, tales como la docencia, extensión o vinculación tecnológica. Un modelo normativo sostiene el hecho de que los rankings globales estén orientados a la medición de los resultados científicos y contribuyan a potenciar así la actividad de investigación como sinónimo de calidad educativa. Es objetable, sin embargo, que la calidad de una universidad sea evaluada con una metodología unidimensional.

---

24. Rodolfo Barrere es investigador del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OCTS-OEI) y coordinador de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana- (RICYT). El comentario fue realizado personalmente a los autores.



El resultado práctico es que, al examinar los listados jerarquizados de los rankings internacionales, se advierte un dominio casi absoluto de las universidades de los Estados Unidos. Sólo esporádicamente universidades inglesas logran ubicarse en las primeras posiciones. Más esporádicamente aún, aparecen en los primeros puestos algunas universidades de Canadá, Francia y China.

Las universidades que aparecen en los primeros puestos de estas clasificaciones tienen una alta reputación; es decir, son ampliamente conocidas públicamente como universidades de primera categoría. Se trata, en todos los casos, de universidades intensivas en investigación y que disponen de grandes presupuestos destinados a tal fin. Por el contrario, cuando se analizan las mejor clasificadas a nivel de América Latina, se comprueba que la dispersión es mucho mayor y que sólo unas pocas logran entrar en las clasificaciones globales, lo que va asociado al hecho de que los recursos de que disponen para investigar son mucho más escasos y los datos contextuales son diferentes.

Un aspecto no menor a tener en cuenta es que, como señalan varios autores, la finalidad implícita de los rankings puede estar vinculada con la construcción de un mercado académico global. En este sentido, la competencia entre las universidades por el reclutamiento de estudiantes de todo el mundo puede estar basada en el equívoco -que precede a los rankings, pero que éstos refuerzan- de que la visibilidad de la investigación garantiza la calidad de la educación. Este equívoco se traslada al mercado de trabajo, otorgando diferenciales de prestigio-desprestigio a los graduados, sin que ello predique en forma correcta acerca de la calidad de la formación alcanzada.

47

En casi todos los rankings analizados, se observa el supuesto tácito de que, si una institución es altamente competitiva en investigación, la calidad de la educación que ofrece debe ser también muy alta. Este supuesto es incorrecto, particularmente en lo que se refiera a las universidades latinoamericanas, que deben dar respuesta a una fuerte demanda social en un contexto muy diferente al de las universidades propuestas como modelos a seguir. Otras funciones, como la docencia, la extensión y la vinculación con el entorno, que son esenciales para evaluar el desempeño de las universidades latinoamericanas, no son tenidas en cuenta suficientemente en los rankings internacionales de universidades. Éstos no miden, o lo hacen en forma sesgada, aspectos tan importantes como el tipo y la calidad de la docencia, la formación permanente, la inserción laboral, la contribución al desarrollo territorial y otros que definen mejor la misión social de las universidades en países con una gran necesidad de formación de profesionales y de difusión de una cultura científica. Por eso tiene sentido el propósito de construir indicadores de educación superior que hagan visibles otras variables.

La calidad de las universidades no puede ser determinada por una sola de sus funciones y, en el límite, tampoco por el conjunto de ellas. Anticipándose varias décadas a esta discusión, Risieri Frondizi (1986) afirmaba en 1941, con una mirada filosófica, que “puede una universidad cumplir con sus tres funciones esenciales y sin embargo no cumplir la misión social más elemental”. Y al desarrollar esta idea afirmaba que “si trasladáramos idealmente una de las grandes universidades

europas o norteamericanas, con todo su organismo completo a nuestra Patagonia, por ejemplo, esa universidad continuaría, idealmente, cumpliendo mejor que nuestras propias universidades con las tres funciones específicas. Sin embargo, su existencia no tendría sentido porque no respondería a una necesidad social”. Aplicar el modelo normativo que proponen los rankings internacionales y tratar de imitar a “las grandes universidades europeas o norteamericanas” es, probablemente un esfuerzo tan carente de sentido como trasladarlas a la Patagonia.

## Bibliografía

AGUILLO, I. (2012): “Rankings de Universidades: El Ranking Web”, Higher Learning Research Communications, vol. 2, n° 1. Disponible en: [www.hlrcjournal.com/index.php/HLRC/article/download/56/64](http://www.hlrcjournal.com/index.php/HLRC/article/download/56/64).

BARSKY, O. (2014): La evaluación de la calidad académica en debate: los rankings internacionales de las universidades y el rol de las revistas científicas, Buenos Aires, Ed. Teseo, Universidad Abierta Interamericana.

BENGOETXEA, E. y BUELA-CASAL, G. (2012): “The new multidimensional and user-driven higher education ranking concept of the European Union”, *International Journal of Clinical and Health Psychology*, vol. 13, pp. 67-73. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697260013700097>.

48

BRISOLLA, S. (2010): “Rankings de universidades: ¿para qué y cómo construirlos?”, Los foros de CTS, Edición especial 2015 - *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, pp. 79-84. Disponible en: <http://www.revistacts.net/los-foros-de-cts/309-ejes-tematicos/703-eje-3-ciencia-y-universidad>.

FEDERKEIL, G. *et al.* (2012): “Classifications and Rankings”, en F. A. Van Vught y F. Ziegele (eds.): *Multidimensional Ranking The Design and Development of U-Multirank*. Disponible en: <http://www.springer.com/us/book/9789400730045>.

FRONDIZI, R. (1986): *Ensayos Filosóficos*, México DF, Fondo de Cultura Económica.

HAZELKORN, E. (2015): *Rankings and the Reshaping of Higher Education. The Battle for World-Class Excellence*, Nueva York, Palgrave MacMillan.

IREG - OBSERVATORY ON ACADEMIC RANKING AND EXCELLENCE (2015): *Pautas para grupos de interés de rankings académicos*. Disponible en: [http://ireg-observatory.org/en/pdf/IREG-Guidelines\\_Spanish.pdf](http://ireg-observatory.org/en/pdf/IREG-Guidelines_Spanish.pdf).

LIU, N. y CHEN, Y. (2005): “Academic Ranking of World Universities – Methodologies and Problems”, *Higher Education in Europe*, vol. 30.

MARGINSON, S. (2006): “Global university rankings: private and public goods”, *19° Annual CHER conference*, Kassel, 7-9 de septiembre.

MOED, H., BURGER, W., FRANKFORT J. y VAN RAAN, A. (1984): "The use of bibliometric data for the measurement of university research performance", *Research Policy and Science Studies Unit*, Bureau Universiteit, University of Leiden.

PÉREZ-ESPARRELLS, C. y GÓMEZ-SANCHO, J. (2010): "Los rankings internacionales de las instituciones de educación superior y las clasificaciones universitarias en España: visión panorámica y prospectiva de futuro", Documento de trabajo N° 559/2010, Fundación de las Cajas de Ahorros, Madrid.

PÉREZ RASETTI, C. (2015): "En contra de los rankings de universidades: el marketing pretencioso", Los foros de CTS, Edición especial 2015 - *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, pp. 75-78. Disponible en: <http://www.revistacts.net/los-foros-de-cts/309-ejes-tematicos/703-eje-3-ciencia-y-universidad>.

RAUHVARGERS, A. (2011): *Global University Rankings and their Impact*, European University Association.

STELLA, A. y WOODHOUSE, D. (2006): *Ranking of Higher Education Institutions, Occasional Publications n° 6*, Australian Universities Quality Agency (AUQUA).

TOMÀS FOLCH, M, FEIXAS, M., BERNABEU-TAMAYO, M. y RUIZ RUIZ, J. (2015): "La literatura científica sobre rankings universitarios: una revisión sistemática", *REDU - Revista de Docencia Universitaria*, vol. 13, n° 3, pp. 33-54.

49

USHER, A. y SAVINO, M. (2007): "A Global Survey of University Ranking and League Tables", *Higher Education in Europe*, vol. 32, n° 1.

VAN RAAN, A. (2005): "Fatal attraction: Conceptual and methodological problems in the ranking of universities by bibliometric methods", *Scientometrics*, vol. 62, n° 1, pp. 133-143.



# La política pública de nanotecnología en México \*

## A Política Pública de Nanotecnología no México

### *Nanotechnology Public Policies In Mexico*

Guillermo Foladori, Edgar Arteaga Figueroa, Edgar Záyago Lau,  
Richard Appelbaum, Eduardo Robles-Belmont,  
Laura Liliana Villa Vázquez, Rachel Parker y Vanessa Leos \*\*

En este artículo se realiza un análisis de las políticas públicas en materia de nanotecnología en México según indicadores de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Aunque toda su política de ciencia, tecnología e innovación está orientada a privilegiar al sector empresarial, México se encuentra desprovisto de mecanismos de promoción de la investigación, el desarrollo y la comercialización de las nanotecnologías. Además de este rezago en materia de políticas públicas y apoyo financiero a las nanotecnologías, la participación de México en tratados de libre comercio y con organizaciones internacionales lleva a que organismos de estandarización privados tiendan a regular la legislación interna.

**Palabras clave:** nanotecnologías, México, investigación y desarrollo, ciencia y tecnología

---

\* Este artículo es parte de un trabajo mayor realizado en el marco del Proyecto UC MEXUS-CONACYT Collaborative Grants (2014): *Nanotechnology in the Mexican industrial policy. A comparative methodological framework*.

\*\* Miembros de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (ReLANS). Doctorado en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), México. *Center for Nanotechnology and Society*, Universidad de California en Santa Bárbara (UCSB), Estados Unidos. Departamento de Modelación Matemática de Sistemas Sociales del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIMAS-UNAM). *Mowat Centre, School of Public Policy and Governance*, Universidad de Toronto, Canadá. Correos electrónicos: gfoladori@gmail.com, arteagafigueroa@gmail.com, zayagolau@gmail.com, richappelbaum@ucsb.edu, roblesbelmont@yahoo.fr, laura\_lilianavilla@yahoo.com.mx, rachelariella@gmail.com, vanessaleosc@gmail.com.

Neste artigo, é realizada uma análise das políticas públicas em matéria de nanotecnologia no México, conforme indicadores da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Económicos (OCDE). Embora toda sua política de ciência, tecnologia e inovação seja orientada para privilegiar o segmento empresarial, o México carece de mecanismos de promoção de pesquisa, desenvolvimento e comercialização de nanotecnologias. Além deste atraso em matéria de políticas públicas e apoio financeiro às nanotecnologias, a participação do México em tratados de livre comércio e com organizações internacionais faz com que organismos de padronização privados sejam os que normalmente regulam a legislação interna.

**Palavras-chave:** nanotecnologias, México, pesquisa e desenvolvimento, ciência e tecnologia

*This paper studies Mexican public policies on nanotechnology according to the indicators established by the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Although Mexican policies on science, technology and innovation are biased towards the private sector, Mexico has yet to put in place policies for the promotion of research, development and marketing of nanotechnology. In addition to this lack of public policies and financial support for nanotechnology, Mexico's participation in free-trade and other agreements with international organizations has led to private market standardization entities regulating domestic legislation.*

**Key words:** nanotechnology, Mexico, research and development, science and technology

## Introducción

Se realizó un análisis de las políticas públicas en materia de nanotecnología en México, y según indicadores de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Llegamos a dos principales conclusiones. Por un lado, México está muy rezagado en materia de políticas públicas y apoyo financiero a las nanotecnologías. Por otro lado, a pesar de no haber en México ningún plan de desarrollo en el área, la participación de México en la OCDE, en el Comité Técnico de la ISO sobre nanotecnologías y en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte lo está conduciendo por el camino de la regulación de las nanotecnologías a partir de estándares privados internacionales.

### 1. Metodología

Las nanotecnologías son consideradas un sector de alta tecnología y prioritarias para los planes de ciencia, tecnología e innovación de los países, junto con las biotecnologías y las tecnologías de la información y comunicaciones (ICM, s/f; Macilwain, 1998; OEST, 2004). El apoyo financiero y con políticas públicas ilustra el impulso para el desarrollo y la competitividad.

Se utilizó como guía metodológica un cuestionario elaborado por la OCDE (*Working Party on Nanotechnology* - subsidiario del Comité de Química) para evaluar el estado de las nanotecnologías y las políticas públicas asociadas en 24 países en 2008 (OECD, 2009b). La información solicitada por el cuestionario fue obtenida de diversas fuentes secundarias, mismas que se señalan en cada caso. El WPN realizó una encuesta a 24 países (21 miembros y tres observadores) para supervisar el desarrollo de sus políticas de ciencia, tecnología e innovación referentes a nanotecnología (OECD, 2009b).<sup>1</sup> La encuesta estuvo centrada en los siguientes temas específicos para nanotecnología:

53

---

1. Los países encuestados fueron: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea, Dinamarca, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Holanda, Hungría, Irlanda, Israel, Japón, Noruega, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rusia, Sudáfrica, Suecia y Suiza.

### Cuadro 1. Temas sobre nanotecnología de la encuesta OCDE

- 1 Plan nacional
- 2 Participación social en la política
- 3 Relación entre sector privado y público
- 4 Riesgo a la salud y el medio ambiente
- 5 Cooperación internacional
- 6 Participación en foros internacionales
- 7 Regulación
- 8 Financiamiento directo
- 9 Calificación del trabajo
- 10 Apoyo a la empresa privada
- 11 Propiedad intelectual

Fuente: elaboración propia

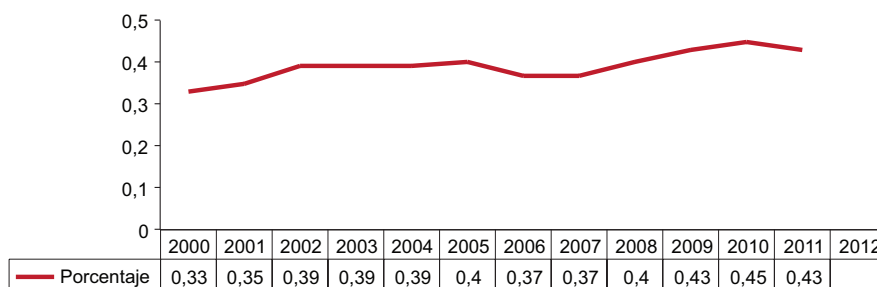
En este artículo resumimos los resultados de interpelar los temas anteriores en el orden señalado en el cuadro y para el caso mexicano.

## 2. Políticas y estado de las nanotecnologías en México

54

El gasto destinado a actividades de investigación y desarrollo en México es bajo. Para el 2012 ocupa el penúltimo lugar del conjunto de países de la OCDE: 0.43% del PIB (OECD, 2014). Mientras que en la mayoría de los países de la OCDE el gasto para investigación y desarrollo ronda el 2% del PIB (OECD, 2010), en México ha sido inferior al 0.5% en los últimos 15 años (**Gráfico 1**).

**Gráfico 1. Gasto nacional bruto en I+D como porcentaje del PIB (México)**



Fuente: elaboración propia en base a OECD, *StatExtracts* (OECD, s/f b)



## 2.1. Plan nacional

El primer tema de interés de la encuesta de la OCDE se refiere a si el país cuenta con una iniciativa, programa nacional o estrategia para el desarrollo de las nanotecnologías. La OCDE considera que un programa nacional que de lineamientos de largo plazo, apoyo financiero y prioridades de ciencia, tecnología e innovación es clave para que un sector se desarrolle de manera sostenida. México no cuenta con una estrategia nacional de desarrollo de las nanotecnologías, a pesar de haber sido considerada la necesidad de su elaboración desde el 2001 y luego refrendada en 2008 y 2014 (CONACYT, 2008a; CONACYT, 2014: 51; CONACYT, 2001: 49 y 192). Según Foladori e Invernizzi (2013), “al igual que la mayoría de los países de América Latina México colocó en sus planes de ciencia, tecnología e innovación a las nanotecnologías como área prioritaria de desarrollo”. Salvo la enunciación de área prioritaria de desarrollo, no existe ningún detalle en los 18 años que abarcan los planes, y ninguna entidad desarrolló actividad alguna para implementar políticas concretas.

## 2.2. Participación social en la política

El segundo tema de interés de la encuesta de la OCDE es la participación social en las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Desde los años 90, la participación social es uno de los requisitos de las instituciones internacionales y uno de los instrumentos de garantía democrática. Muchos países tienen mecanismos para incorporar la participación de los diferentes sectores sociales en las políticas de ciencia y tecnología. México no ha realizado ningún tipo de aproximación pública al tema de las nanotecnologías. Tiene, no obstante, un mecanismo institucionalizado para cualquier tema de ciencia, tecnología e innovación. Bajo lineamiento de la OCDE, y a partir de 2002, ha creado los Foros Consultivos de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCCyT, s/f). Pero el foro excluye a los sectores civiles organizados. La participación, según la ley que la creó, excluye a sectores organizados que no estén directamente involucrados en la investigación.<sup>2</sup> El único espacio de integración del resto de la ciudadanía, más como comunicación que como participación, es una consulta popular, instaurada a partir de 2012, pero dirigida a la población en general, buscando la participación de las personas a manera individual, sin considerar organizaciones sociales (FCCyT, s/f). A la fecha, nada específico sobre nanotecnologías fue tratado.

55

## 2.3. Relación entre el sector público y el privado

El tercer tema de interés se refiere a la relación entre el sector privado y el sector público. Nada existe en México en relación con las nanotecnologías. No obstante,

---

2. “Estará integrado por científicos, tecnólogos, empresarios y por representantes de las organizaciones e instituciones de carácter nacional, regional o local, públicas y privadas, reconocidas por sus tareas permanentes en la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación” (Congreso de la Unión, 2014: 22).

toda su política está orientada a la participación del sector empresarial junto con el gubernamental y la academia en las decisiones de ciencia, tecnología e innovación, y a subordinar la investigación y desarrollo a las demandas empresariales. Este proceso de orientación de la ciencia, tecnología e innovación hacia un modelo de *market pull*, como se establece claramente a partir del 2008, se ha venido profundizando.<sup>3</sup> La Ley de Ciencia y Tecnología del 2002, corregida sucesivamente en los años siguientes (por última vez en 2014), facilita la creación de empresas como *spin-offs* de centros públicos de investigación (Congreso de la Unión, 2014, Cap IX, Art. 55, VI).<sup>4</sup>

## 2.4. Riesgo a la salud y el medio ambiente

El cuarto tema de la encuesta tiene que ver con el papel otorgado por las políticas públicas a las cuestiones éticas, legales y sociales (ELS), sobre todo las de riesgo a la salud y el medio ambiente. En México ninguno de los documentos del CONACYT, que es la institución responsable por las políticas de ciencia, tecnología e innovación, incluye algo al respecto de exposición y riesgo de las nanopartículas manufacturadas.<sup>5</sup>

## 2.5. Cooperación internacional

El quinto tema de la encuesta tiene que ver con los lazos de cooperación internacional en nanotecnología (redes académicas internacionales, convenios de colaboración, entre otros). Nuevamente, se trata de un aspecto de amplia aceptación internacional. México no es excepción. CONACYT tiene acuerdos de cooperación específicos en nanotecnología con Argentina (SRE CONACYT, 2012), la Unión Europea (CONACYT, 2010), Brasil (CBM-Nano, 2009), la Universidad de Manchester del Reino Unido (CONACYT, s/f a). Con otros países también existen convenios de colaboración que incluyen a las nanotecnologías como uno de los temas dentro de otros convenios más amplios, como ocurre con China (AMEXCID, 2012), Japón y Singapur (SRE, s/f a).<sup>6</sup>

## 2.6. Participación en foros internacionales

El sexto tema de la encuesta de la OCDE tiene que ver con la participación en foros internacionales. Existen varios grupos de trabajo en nanotecnología en

---

3. *Science push* significa que la ciencia ofrece resultados que la empresa debe utilizar. A diferencia, el modelo *market pull* sugiere que es la empresa la que determina qué debe ser investigado para satisfacer sus necesidades.

4. "VI. Autorizar en lo general el programa y los criterios para la celebración de convenios y contratos de prestación de servicios de investigación para la realización de proyectos específicos de investigación, desarrollo tecnológico, innovación o prestación de servicios técnicos, así como aprobar las asociaciones estratégicas y los proyectos, convenios o contratos que tengan la finalidad de establecer empresas de base tecnológica con o sin la aportación del centro en su capital social" (Congreso de la Unión, 2014, Cap IX, Art. 55, VI).

5. Sin embargo, tanto la participación de México en el TLALCAN como en el comité de la ISO han conducido a decisiones sobre el tema, al margen de las políticas de CTI. Véase al respecto: Foladori y Záyago Lau, 2014.

6. Los acuerdos entre universidades no están considerados en este apartado por ser iniciativas particulares de los institutos y no referentes a una política de ciencia y tecnología.

organizaciones internacionales, como el de la Organización Mundial de la Salud, o el SAICM (Enfoque estratégico para el manejo internacional de químicos). De ellos México ha participado sólo en las reuniones regionales del SAICM (Bejarano, 2012; Foladori, Bejarano e Invernizzi, 2013), y en las reuniones relacionadas de la ICCM (*International Conference on Chemicals Management*) (Foladori, 2015). Pero, a juzgar por los resultados en materia regulatoria las recomendaciones del SAICM y las decisiones de la ICCM no han sido asumidas oficialmente en la práctica.

## 2.7. Regulación

El séptimo tema de la OCDE comprende preguntas en torno a la regulación de las nanotecnologías. Aquí se incluye desde la propia definición de nanotecnologías y nanomateriales hasta la elaboración de regulaciones específicas. Es uno de los temas de mayor discusión internacional. Existen diferencias de criterio en cómo definir a los nanomateriales y, por extensión, a las nanotecnologías. La Secretaría de Economía de México ha elaborado lineamientos de aplicación voluntaria sobre este aspecto, en gran medida siguiendo las indicaciones de la Secretaría de Comercio de los Estados Unidos (Anzaldo, 2014; Foladori y Záyago Lau, 2014; GTRN, 2012).

México ha venido participando en el comité de la ISO de nanotecnología y ha utilizado las definiciones de la ISO para emitir las normas mexicanas. En 2007 se crea el Comité Técnico Nacional de Normalización en Nanotecnologías (CTNNN), para la regulación de las nanotecnologías en el país. Esta iniciativa es dirigida por el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de la Secretaría de Economía, tomando las recomendaciones de la OCDE y la ISO (Anzaldo, 2014). En 2013 el CTNNN se constituye bajo la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y crea sus reglas de operación, con facultades para crear normas mexicanas para las nanotecnologías y participar activamente en los trabajos del Comité ISO TC 229.

En octubre de 2014 la Secretaría de Economía, la Subsecretaría de Competitividad y Normatividad y la Dirección General de Normas emitieron la declaratoria de vigencia de las normas mexicanas NMX-R-10867-SCFI-2014, para la caracterización de nanotubos de carbono de una capa mediante espectroscopia de fotoluminiscencia en el infrarrojo cercano; la norma NMX-R-10929-SCFI-2014, para la caracterización de muestras de nanotubos de carbono de múltiples capas; la NMX-R-27687-SCFI-2014, que plantea una terminología y definiciones para nano-objetos-nanopartícula, nanofibra y nanoplaca; la norma NMX-R-80004-1-SCFI-2014, denominada nanotecnologías; el Vocabulario-Parte 1: Conceptos básicos; y finalmente la norma NMX-R-80004-3-SCFI-2014, Nanotecnologías-Vocabulario-Parte 3: nano-objetos de carbono (Secretaría de Gobernación, 2014). Todas estas normas mexicanas homologan las equivalentes de la ISO. Es sabido que este tipo de estándares de instituciones internacionales, a pesar de ser voluntarias, terminan imponiéndose como legislación de los países. La Organización Mundial de Comercio reconoce como estándares internacionales válidos únicamente los de la ISO, lo cual coloca a estos estándares domésticos como cuasi-legales (Bell y Marrapese, 2011; Kica, 2015).

## 2.8. Financiamiento directo

El siguiente tema de la encuesta se relaciona con el financiamiento directo para las nanotecnologías. México no tiene un registro de gastos en nanotecnología, aunque pueden identificarse dos financiamientos específicos. Por un lado, la Red Nacional de Nanociencias y Nanotecnologías en 2009, con un presupuesto aproximado de 700.000 dólares por cinco años, donde cerca de 160 investigadores se incorporaron en los primeros años. Por otro lado, dos laboratorios nacionales de nanotecnología en 2007 (CIMAV e IPICYT) de aproximadamente 1,8 millones de dólares cada uno (CONACYT, 2008b). Muchos otros recursos dirigidos específicamente a las nanotecnologías han sido destinados a través de programas de CTI no específicos temáticamente. Algunos autores sugieren que se invirtieron 60 millones de dólares de fondos públicos en nanotecnologías entre 2005 y 2010 (Takeuchi y Mora Ramos, 2011).

## 2.9. Calificación del trabajo

El noveno tema de la encuesta es sobre la calificación del trabajo en nanotecnología. México tiene cerca de 44 programas de doctorado, 43 programas de maestría y 12 programas de licenciatura en nanotecnología. Los 87 programas de posgrado relacionados con la nanotecnología están distribuidos en 27 instituciones. Los posgrados cuentan con 257 alumnos de doctorado y 216 de maestría. Sin embargo, los programas han sido diseñados como iniciativas individuales de las universidades, no como un programa de CONACYT (CONACYT, s/f b).

58

La OCDE también pregunta por la incorporación de expertos extranjeros. Este tema tiene que ver con el entendido de la OCDE -y otras instituciones internacionales- de que existe una fuerte competencia a nivel internacional y entre instituciones por captar fuerza de trabajo científico-tecnológica calificada, como resultado de la globalización y la liberación de los mercados, y los países deben de elaborar estrategias para captar esta fuerza de trabajo con independencia de la nacionalidad y del lugar donde se encuentre. En la década de los 90, CONACYT elaboró un “programa de repatriación” que, entre 1991 y 2002, apoyó a 1321 académicos mexicanos y a 934 investigadores extranjeros. Algunos de dichos científicos son hoy en día investigadores en nanotecnologías. Más recientemente, en 2005, se creó una red de talentos en el exterior, con el propósito de articular la investigación científica con los mexicanos que, además de ser científicos, tienen estrechas relaciones con el sector empresarial en el extranjero (SRE, s/f b).

## 2.10. Apoyo a la empresa privada

El décimo tema, que incluye varias preguntas, tiene que ver con el apoyo a la empresa privada. Se pregunta sobre si existe una evaluación de las necesidades empresariales. Este es un tema difícil de encarar en cualquier país, por no haber registros obligatorios de empresas que trabajan con nano, lo que constituiría el punto de partida para obtener información e interlocutores. Tampoco existen estudios sobre las cadenas de valor de las nanotecnologías, de manera que no se sabe cómo se encadena la producción de nano-materia prima con los productos intermedios y

finales, con los instrumentos de manipulación y medición y la producción con la comercialización, lo cual también es un insumo clave para estudiar las necesidades empresariales.<sup>7</sup> En México no hay análisis de evaluación de necesidades empresariales en nanotecnología.

Otro aspecto relacionado es si la orientación de la política de ciencia, tecnología e innovación está dirigida a sectores específicos o ramas de la economía. A pesar que en el programa especial de ciencia y tecnología de 2001-2006 se señalaban áreas específicas de desarrollo, en la medida en que no hubo ni financiamiento específico ni seguimiento e implementación con un plan nacional no ha habido ninguna orientación que privilegie determinadas ramas.

Debe señalarse que desde 2012 México levanta, a solicitud de la OCDE, una encuesta específica en empresas que trabajan con nanotecnología, lo cual es un indicador de comienzo de sistematización de información al respecto. En 2012 la OCDE realizó una encuesta para determinar el número de empresas con actividades de I+D y producción de nanotecnología. En esta encuesta México está en octavo lugar con 188 “empresas nanotecnológicas” (OECD, s/f b). Los datos para México fueron recopilados a partir de la encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología - ESIDET) y en base a una muestra, a partir de la distribución del marco de muestreo para el sector productivo por rama OCDE (INEGI, 2014: 7).

## 2.11. Propiedad intelectual

59

El último tema tiene que ver con la propiedad intelectual. Las patentes son uno de los indicadores más utilizados para medir innovación, competitividad, y otras dimensiones sociales, económicas y jurídicas. Luego de que varios países lanzaron iniciativas o programas nacionales de nanotecnología, las aplicaciones y otorgamiento de patentes en el área se dispararon. A partir de una búsqueda por palabras clave en el servicio de búsqueda Espacenet, de la base de datos de la Oficina Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés), se identificaron 217 patentes de nanotecnología con al menos un inventor radicado en México entre 1993 y 2014. Es de destacarse que poco más del 60% de estas patentes se origina en instituciones públicas y que, de esta cantidad, más del 40% se concentra en cuatro instituciones: Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) (Robles-Belmont *et al.*, 2016).

Además, mediante el procedimiento DG de concordancia, que permite relacionar estas patentes con sectores económicos, se demuestra que la investigación de nanotecnología en México se da mayoritariamente en ciencia básica, y que tres

---

7. Una excepción es “California in the nano-economy”, trabajo realizado por Stacey Frederick. Más información disponible en: <http://californiananoconomy.org/>.

sectores manufactureros concentran la potencial aplicación de más del 70% de las patentes en nanotecnología: la manufactura de químicos y productos químicos (41%), la manufactura de productos básicos farmacéuticos y preparaciones farmacéuticas (15%), y la manufactura de productos de computación, electrónicos y ópticos (14%) (Robles-Belmont *et al.*, 2016).

## Conclusiones

En materia de políticas públicas específicas sobre nanotecnología, México ha tenido un pobre desempeño. A pesar de haber tempranamente declarado a las nanotecnologías como área prioritaria de desarrollo en sus planes de ciencia, tecnología e innovación, poco se hizo en materia de implementación. Básicamente se creó una red doméstica de investigación y desarrollo y se montaron dos laboratorios multiusuarios. El financiamiento es difuso en el conjunto de los apoyos a la ciencia, tecnología e innovación, y resulta difícil de estimar. Tampoco tiene México mecanismos de promoción de la I+D y de la comercialización de las nanotecnologías, aunque toda su política de ciencia, tecnología e innovación está orientada a privilegiar al sector empresarial. México tiene acuerdos de cooperación en materia de nanotecnología con otros países, pero sólo participa activamente en el comité técnico de ISO de nanotecnología, de entre los grupos de trabajo de organismos internacionales. Uno de los mayores vacíos de la política pública mexicana en materia de nanotecnologías es la total ausencia de tratamiento del tema de riesgos a la salud y el medio ambiente, y de la inexistencia de medios de participación pública en el área.

60

En términos regulatorios, México camina por la senda de que los organismos de estandarización privados regulen la legislación interna. En este sentido el peso principal está dado por los acuerdos comerciales a partir del TLCAN y la participación en el comité técnico de la ISO, aunque también es importante el hecho de que, al ser miembro de la OCDE, México se ve presionado para aceptar las resoluciones de los grupos de trabajo de esta institución, en especial el de nanomateriales.

## Bibliografía

AMEXCID. (2012): “Aprueban México y China Acuerdo sobre Cooperación Científica y Tecnológica”. Disponible en: <http://amexcid.gob.mx/index.php/es/prensa/comunicados/1373-mexico-china-acuerdo-cooperacion-cientifica-tecnologica-conacyt-comision-binacional>. Consultado el 5 de febrero de 2015.

ANZALDO, M. (2014): “Gobernanza de la regulación de las nanotecnologías en México: el Comité Técnico de Normalización para las Nanotecnologías”, *Primer Seminario Iberoamericano Diálogos Sobre Nanotecnologías, Doctorado en Estudios del Desarrollo*, Universidad Autónoma de Zacatecas.

BEJARANO, F. (2012): “Las nanotecnologías como tema emergente en la agenda ambiental internacional y los restos de la sociedad civil en América Latina”, en G. Foladori, E. Záyago, y N. Invernizzi (eds.): *Perspectivas sobre el desarrollo de las nanotecnologías en América Latina*, México, Miguel Angel Porrúa, pp. 235-241.

BELL, C. y MARRAPESE, M. (2011): “Nanotechnology standards and international legal considerations”, en V. Murashov y J. Howard (eds.): *Nanotechnology Standards*, Nueva York, Springer, pp. 239-255.

CENTRO VIRTUAL BRASILEÑO-MEXICANO DE NANOTECNOLOGÍA (2009): “Resultados de la primera reunión - Centro virtual brasileño-mexicano de nanotecnología”. Disponible en: <http://cbmnano.cimav.edu.mx/2010/01/29/hello-world/>. Consultado el 3 de febrero de 2015.

CONGRESO DE LA UNIÓN (2014): *Ley de Ciencia y Tecnología*. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242.pdf>. Consultado el 7 de febrero de 2015.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2001): *Programa especial de ciencia y tecnología, 2001-2006*, México, Plan Nacional de Desarrollo.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2008): *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012*. Disponible en: <http://www.sicyt.gob.mx/sicyt/docs/contenido/PECiTI.pdf>. Consultado el 12 de febrero de 2015.

61

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2008): *Informe de Labores 2008*. Disponible en: <http://www.conacyt.gob.mx/sicyt/index.php/estadisticas/publicaciones/informe-de-labores-conacyt/1780-informe-labores-2008/file>. Consultado el 12 de febrero de 2015.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2010): *Convocatoria México-Unión Europea nanotecnología*. Disponible en: [http://2006-2012.conacyt.gob.mx/CooperacionInetrnacional/Paginas/Mexico\\_UnionEuropea.aspx](http://2006-2012.conacyt.gob.mx/CooperacionInetrnacional/Paginas/Mexico_UnionEuropea.aspx). Consultado el 2 de febrero de 2015.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2014): *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Disponible en: <http://www.conacyt.gob.mx/sicyt/index.php/centros-de-investigacion-conacyt/programa-especial-de-ciencia-y-tecnologia/peciti-2014-2018>. Consultado el 12 de febrero de 2015.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (s/f a): *Becas CONACYT-Universidad de Manchester 2014*. Disponible en: [http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/convocatorias/2014/Becas\\_Conacy\\_-\\_Universidad\\_de\\_Manchester\\_2014.pdf](http://www.uan.edu.mx/d/a/sip/convocatorias/2014/Becas_Conacy_-_Universidad_de_Manchester_2014.pdf). Consultado el 3 de febrero de 2015.

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (s/f b): *Red Temática de Nanociencias y Nanotecnología*. CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). Dirección de Redes. DAIC. Disponible en: <http://www.conacyt.mx/Redes/>

Redes-Tematicas/Red-Nanociencias-y-Nanotecnologia.pdf. Consultado el 2 de febrero de 2015.

FOLADORI, G. (2015): "SAICM en América Latina y las nanotecnologías", *Trabajo, riesgos y la regulación de las nanotecnologías en América Latina*, México D.F., Miguel Ángel Porrúa, en prensa.

FOLADORI, G., BEJARANO, F. e INVERNIZZI, N. (2013): "Nanotecnología: gestión y reglamentación de riesgos para la salud y el medio ambiente en América Latina y el Caribe", *Trabalho, Educação E Saúde*, vol. 11, n° 1, pp. 145–167.

FOLADORI, G. e INVERNIZZI, N. (2013): "Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America", *Journal of Arts and Humanities*, vol. 2, n° 3, pp. 36–45.

FOLADORI, G. y ZÁYAGO LAU, E. (2014): "The regulation of nanotechnology in Mexico", *Nanotechnology Law & Business*, vol. 11, n° 2, pp. 164-171.

FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (s/f): *¿Qué es la Agenda Ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación?*. Disponible en: <http://www.foroconsultivo.org.mx/home/index.php/politicas-publicas/agenda-ciudadana>. Consultado el 25 de febrero de 2015.

GRUPO DE TRABAJO SOBRE REGULACIONES PARA LA NANOTECNOLOGÍA (2012): *Lineamientos para regulaciones sobre nanotecnologías para impulsar la competitividad y proteger al medio ambiente, la salud y la seguridad de los consumidores. Grupo de Trabajo sobre regulaciones para la Nanotecnología. Secretaría de Economía*. Disponible en: [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/normalizacion/dgn/2012\\_11\\_27\\_Lineamientos\\_regulaciones\\_nanotecnologia.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/normalizacion/dgn/2012_11_27_Lineamientos_regulaciones_nanotecnologia.pdf). Consultado el 8 de marzo de 2015.

INICIATIVA CIENTÍFICA MILENIO (s/f): *Iniciativa Científica Milenio. Memoria Bianual 1999-2000*. MIDEPLAN. ICM (Iniciativa Científica Milenio). Disponible en: <http://www.mideplan.cl/milenio/?q=node/34>. Consultado el 12 de marzo de 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2014): *Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología 2012 - Síntesis metodológica ESIDET - MBN*, México.

KICA, E. (2015): *The legitimacy of transnational private governance arrangements related to nanotechnologies: the case of international organization for standardization*, Enschede, Universidad de Twente.

MACILWAIN, C. (1998): "World Bank backs Third World centers of excellence plan", *Nature*, vol. 396, n° 711, pp. 24–31.

OFFICE OF EDUCATION SCIENCE AND TECHNOLOGY (2004): "Science, technology, engineering and innovation for development: A vision for the Americas in the twenty first century. OEST (Office of Education Science and Technology)".



Disponible en: [http://nano.gov/sites/default/files/agenda\\_-\\_economic\\_symposium.pdf](http://nano.gov/sites/default/files/agenda_-_economic_symposium.pdf). Consultado el 10 de febrero de 2015.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (2009): *Working Party on Nanotechnology: Inventory of national science, technology and innovation policies for nanotechnology 2008*, Directorio para la Ciencia, la Tecnología y la Industria, Comité de Políticas Científicas y Tecnológicas.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (2010): *Perspectivas OCDE: México Políticas Clave para un Desarrollo Sostenible*. Disponible en: <http://www.oecd.org/mexico/45391108.pdf>. Consultado el 2 de marzo de 2015.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (2014): *Innovation in Science, Technology and Industry Research and Development Statistics (RDS)*. Disponible en: <http://www.oecd.org/innovation/inno/researchanddevelopmentstatisticsrds.htm>. Consultado el 4 de febrero de 2015.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (s/f a): *Directorate for Science, Technology and Innovation Key Nanotechnology Indicators*. Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/nanotechnology-indicators.htm>. Consultado el 4 de febrero de 2015.

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICOS (s/f b): *Science and technology policy; Main Science and Technology Indicators*. Disponible en: [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUB](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB). Consultado el 5 de febrero de 2015.

63

ROBLES-BELMONT, E., FOLADORI, G., ARTEAGA FIGUEROA, E., APPELBAUM, R., ZÁYAGO LAU, E. y PARKER, R. (2016): “Patentes e Innovación en Nanotecnologías en México”, en A. Hasmy; G. Foladori; N. Invernizzi y Záyago E. (coords): *Investigación y Desarrollo (I&D) y Producción de Nanotecnologías en América Latina*, México D.F., Miguel Angel Porrúa, en prensa.

SECRETARÍA DE GOBERNACIÓN (2014): “Declaratoria de vigencia de las normas mexicanas NMX-R-10867-SCFI-2014, NMX-R-10929-SCFI-2014, NMX-R-27687-SCFI-2014, NMX-R-80004-1-SCFI-2014 y NMX-R-80004-3-SCFI-2014”. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5364702&fecha=20/10/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5364702&fecha=20/10/2014). Consultado el 15 de marzo de 2015.

SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES (s/f a): “Cumbre de Rectores México-Japón y visita a Singapur”. Disponible en: <http://amexcid.gob.mx/boletin/0611/html/cumbre-de-rectores-mex-jap-y-visita-a-singapur.html>. Consultado el 11 de marzo de 2015.

SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES (s/f b): *Red de talentos mexicanos - antecedentes*. Disponible en: [http://www.redtalentos.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1&Itemid=152](http://www.redtalentos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=152). Consultado el 10 de marzo de 2015.

SECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES - CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (2012): *Fondo Sectorial de Investigación SRE CONACYT. Convocatoria México-Argentina*. Disponible en: <http://www.conacyt.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-sre-conacyt/convocatorias-abiertas-sre-conacyt/convocatoria-mexico-argentina-para-la-presentacion-de-proyectos-conjuntos-de-investigacion-en-nanotecnologia/621-lista-de-proyectos-pertinentes-nanotecnologia-mexico-argentina-2012/file>. Consultado el 2 de febrero de 2015.

TAKEUCHI, N. y MORA RAMOS, M. E. (2011): "Divulgación y formación en nanotecnología en México", *Mundo Nano*, vol. 4, n° 2, pp. 59–64.

## **Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina**

### **Tecnologias de Propósito Geral e Políticas Tecnológicas na Semiperiferia: o Caso da Nanotecnologia na Argentina**

#### ***General Purpose Technologies And Policies On Technology In The Semi-Periphery: Nanotechnology In Argentina***

**Diego Hurtado, Manuel Lugones y Sofya Surtayeva \***

A fines de los 90, el gobierno de los Estados Unidos decidió comenzar a promover la nanotecnología como la próxima tecnología de propósito general (TPG). Influenciados por esta tendencia, algunos países de la región, entre ellos la Argentina, decidieron dar los primeros pasos en esta nueva área del conocimiento. Este artículo explora la evolución de la nanotecnología en la Argentina como ejemplo de país semiperiférico que se propone desarrollar capacidades institucionales, organizacionales y científico-tecnológicas para promover una TPG en su etapa de "irrupción". Según el discurso de algunos actores locales relevantes, el objetivo principal era hacer más competitiva la economía. Sin embargo, el análisis pone de manifiesto la debilidad de las capacidades organizacionales necesarias para hacer frente al nivel de complejidad del estadio de irrupción de una nueva TPG. El artículo sugiere la inconveniencia del empleo de la noción de TPG para una economía semiperiférica y discute un enfoque alternativo vinculado al concepto de "acortamiento de la brecha".

65

**Palabras clave:** nanotecnología, tecnologías de propósito general, semiperiferia

---

\* *Diego Hurtado:* Universidad Nacional de San Martín, Argentina. Correo electrónico: dhurtado2003@yahoo.com.ar. *Manuel Lugones:* Universidad Nacional de Río Negro, Argentina. *Sofya Surtayeva:* Universidad Nacional de San Martín y CONICET, Argentina.

Em finais dos anos 90, o governo dos Estados Unidos decidiu começar a promover a nanotecnologia como a próxima tecnologia de propósito geral (TPG). Influenciados por essa tendência, alguns países da região, entre eles, a Argentina, decidiram dar os primeiros passos nesse novo campo de conhecimento. Este artigo explora a evolução da nanotecnologia na Argentina como exemplo de país semiperiférico que visa desenvolver capacidades institucionais, organizacionais e científico-tecnológicas para promover uma TPG em sua fase de “irrupção”. Segundo o discurso de alguns atores locais relevantes, o objetivo principal era tornar a economia mais competitiva. No entanto, a análise evidencia a debilidade das capacidades organizacionais necessárias para enfrentar o nível de complexidade da fase de irrupção de uma nova TPG. O artigo sugere a inconveniência da utilização da noção de TPG para uma economia semiperiférica e discute uma abordagem alternativa relacionada ao conceito de “diminuição da brecha”.

**Palavras-chave:** nanotecnologia, tecnologias de propósito geral, semiperiferia

*At the end of the 1990s, the U.S. government decided to start promoting nanotechnology as the next general purpose technology (GPT). Influenced by this tendency, a group of Latin American countries, Argentina among them, decided to take the first steps in this new field of knowledge. This paper explores the evolution of nanotechnology in Argentina as an example of a semi-peripheral country that aims at developing institutional, organizational and scientific and technological capabilities to promote a GPT in its stage of “irruption”. According to its relevant local actors’ discourse, the main goal was to improve the competitiveness of the Argentine economy. However, our analysis displays the weakness of the organizational capabilities that are needed to meet the level of complexity involved in the irruption stage of a new GPT. This paper suggests the inconvenience of using the notion of GPT for a semi-peripheral economy and discusses an alternative approach related to the concept of “catching up”.*

66

**Key words:** nanotechnology, general purpose technologies, semi-periphery

## Tecnologías de propósito general y semiperiferia

El crecimiento impulsado por las tecnologías de propósito general (TPG) –como la máquina a vapor, la electricidad o la computadora– es de naturaleza diferente al crecimiento motivado por innovaciones incrementales. Una tecnología de propósito general “puede desencadenar una trayectoria de crecimiento desigual, que comienza con una desaceleración prolongada seguida por una aceleración rápida” (Helpman, 2004: 51).<sup>1</sup> Desde la revolución industrial, las TPG son las que, en términos de Schumpeter, producen los “vendavales de destrucción creativa” e impulsan a los sectores industriales que lideran la economía global. La “desaceleración prolongada” citada se refiere al período de reorganización, rediseño de instituciones y aprendizaje que exigen las complejas transformaciones necesarias para la asimilación de una nueva TPG por parte de las estructuras productivas de las economías centrales, que son las que lideran e impulsan estos procesos.

Ahora bien, desde una perspectiva geoeconómica, las nuevas industrias, sostienen Chase-Dunn y Reifer (2002), “son importantes como plataforma para el ascenso hegemónico porque producen enormes beneficios indirectos para las economías nacionales en las cuales emergen (...) y porque generan ‘rentas tecnológicas’”. La raíz de estos enormes beneficios debe buscarse en las políticas tecnológicas e industriales que diseñan los países centrales con el objetivo de construir posiciones dominantes a través del desarrollo y control de las tecnologías que están en la base de estas nuevas industrias. Por esta razón, las TPG pueden entenderse como causas primarias del surgimiento y prolongación de los ciclos de hegemonía del sistema económico mundial.<sup>2</sup>

67

El término *general purpose technology* fue acuñado por Bresnahan y Trajtenberg (1995 [1992]) en el contexto de la literatura económica sobre cambio tecnológico que, en las décadas de 1980 y 1990, encuentra deficientes las nociones de productividad agregada o total como un indicador de la contribución del cambio técnico a la productividad.<sup>3</sup> Rosenberg y Trajtenberg (2004: 65) explican qué es una TPG: i) se caracteriza por su “aplicabilidad general, esto es, por el hecho de que realiza alguna función genérica que es vital para el funcionamiento de un gran número de productos de uso o sistemas de producción”; ii) “exhibe un gran dinamismo tecnológico:

---

1. Helpman (2004: 51-54) repasa los principales argumentos que buscan explicar estos ciclos de crecimiento económico.

2. Sobre ciclos de hegemonía relacionados con el desarrollo de industrias líderes, véanse: Modelsky y Thompson (1996); Rennstich (2008). La noción de hegemonía en este trabajo alude al poder de un Estado en el ejercicio de funciones de liderazgo y gobernanza sobre un sistema de Estados formalmente soberanos, donde el poder se presenta como una combinación de coerción y consentimiento. Véase, por ejemplo: Arrighi (2010 [1994]: 28-29). Sobre ciclos relacionados a “revoluciones tecnológicas” que redefinen los sectores industriales líderes, si bien existe una ingente bibliografía, el texto de referencia es Perez (2003).

3. Enfoques históricos sobre las TPG pueden verse en Lipsey, Bekar y Carlaw (1998 y 2005) y Ruttan (2006). En Helpman (1998) se presenta una colección de ensayos que examinan diferentes aspectos de las TPG. Como nociones relacionadas, David (1990: 355) habla de *general purpose engine* y Mokyr (2002: 31) de *macroinventions*.

esfuerzos de innovación que incrementan en el tiempo la eficiencia con la cual la función genérica es realizada”; y iii) presenta lo que podría llamarse “complementariedad innovativa”, es decir, una capacidad de potenciar innovaciones en los sectores de la economía en los que se aplica.

Desde el final de la Segunda Guerra Mundial, el aprendizaje organizacional e institucional en gestión de las tecnologías que apuntó a la creciente sistematización de los procesos de producción de innovaciones radicales –aeronáutica, energía nuclear, tecnología espacial, semiconductores y TIC, biotecnología y, como proceso en marcha, nanotecnología– y de su explotación comercial y militar fue un componente central de las políticas tecnológicas e industriales que hicieron posible a Estados Unidos prolongar el liderazgo económico (Ruttan, 2006; Mazzucato, 2013).<sup>4,5</sup> Acompañando este proceso a través de estrategias que se proponen emular este patrón de políticas, con diferentes grados de eficacia y rasgos específicos, también debe incluirse al resto de las economías centrales.

El principal motor de la evolución de esta dinámica es la inversión pública en las economías centrales, que no se concentra sólo en infraestructura, sino también en la creación de nuevos mercados a través de la inversión lenta, paciente, riesgosa y de largo plazo –entre 20 a 25 años– que sea capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales. En el caso de Estados Unidos, detrás de una densa trama cultural de individualismo y libre empresa se oculta un Estado desarrollista, que impulsa programas de inversión pública masiva con el objetivo de construir ecosistemas de innovación capaces de sostener entramados productivos y mercados globales de estructura oligopólica en los sectores más dinámicos del comercio mundial (Block, 2008; Mazzucato, 2013; Wade, 2014).

En este escenario, la producción académica sobre el surgimiento de las TPG y las dinámicas de crecimiento macroeconómico que desencadena consideran que los aspectos cognitivamente relevantes ocurren casi exclusivamente en el pequeño grupo de las economías centrales y asignan al resto del sistema económico mundial un papel subsidiario de buffer pasivo o recurso de segunda instancia, cuando las economías centrales atraviesan etapas de transición o las TPG vigentes muestran signos de agotamiento en su capacidad de producir crecimiento y surgen las

---

4. Sobre la nanotecnología como TPG, véase: Lipsey, Bekar y Carlaw (2005: 214-216).

5. Este enfoque de los ciclos de dinamismo de los sectores industriales modulados por los ciclos de vida de las TPG tiene sus raíces en la genealogía teórica sobre los aspectos sistémicos de las dinámicas de innovación. Como antecedente clásico, puede citarse la noción de *clusters* de Schumpeter (1939: 98), concebida para referirse a varias nuevas tecnologías importantes que, por razones técnicas y económicas, tienden a agruparse, formando clusters que podrían tener efectos relevantes sobre la economía durante un período de tiempo y, por lo tanto, conducir a ciclos de negocios u “ondas” de actividad económica de variada duración; Freeman *et al.* (1982) hablan de “sistemas tecnológicos” para hacer referencia a clusters de tecnologías radicalmente nuevas que inducen crecimiento económico (véase también: Freeman, 1992: 81). También la noción de “trayectoria” o “paradigma” de Dosi (1982), como concepto básico para estudiar los procesos de cambio técnico e innovación en un espacio de sentido dado por la convergencia entre economía, tecnología y contexto socio-institucional, es retomado por Perez (2003 y 2009) para definir las nociones de “revoluciones tecnológicas” y “paradigma tecno-económico”.

iniciativas de “deslocalización” en la forma de inversión extranjera directa.<sup>6</sup> En este sentido, es interesante ver el papel de las periferias en el modelo de paradigmas tecno-económicos de Pérez (2003). Ahora bien, el estatus cognitivo que le asigna el mainstream académico a cada una de las partes del sistema económico mundial es ideológico y político: el papel subsidiario de recurso de segunda instancia que cumplen las periferias en estas conceptualizaciones legitiman el orden económico mundial y la división internacional del trabajo.

En esta estructura, Wallerstein destaca el papel específico de la semiperiferia. “Es la condición normal del sistema mundial tener una estructura de tres capas”, sostiene Wallerstein (1974: 404-405); de lo contrario el sistema se desintegraría, dado que sería “mucho menos estable políticamente, pues esto significaría un sistema mundial polarizado”. En esta misma línea, enfocando el sistema mundial posterior a la Segunda Guerra Mundial, Evans asoció la noción de semiperiferia a países de la periferia con cierta capacidad industrial impulsada por –integrada a– procesos de “desarrollo dependiente”, caracterizados por la presencia dominante de capitales transnacionales en los sectores más dinámicos de la industria. Como consecuencia, sostiene Evans: “La posición distintiva de la semiperiferia en la economía internacional hace que el curso del desarrollo dependiente en estos países sea crítico para el futuro del imperialismo” (Evans, 1979: 33-34, 294-295).

Un corolario de esta perspectiva es que son justamente los países de la semiperiferia los que se presentan como mercados de tecnología codiciados por los países avanzados, ya sea a través de inversión extranjera directa –compra de paquetes accionarios de empresas locales e instalación de subsidiarias, entre otras–, ventas “llave en mano”, pago de regalías, asistencia técnica y demás.<sup>7</sup> Sin embargo, en tensión con estas ambiciones, los países semiperiféricos son justamente los que aspiran a desarrollar y exportar mayor valor agregado a otros países de la periferia como modo no sólo de evitar el deslizamiento hacia la periferia, sino también de mejorar su influencia y su estatus en el subsistema regional. Para Hall y Chase-Dunn (2006: 49), esta actitud busca transformar la lógica de desarrollo desafiando las reglas de juego que intentan imponer los países centrales. Es decir, en clave del presente artículo, que al pretender desarrollar capacidades para competir en algunos segmentos de aquellos mercados definidos por las aplicaciones comerciales de las TPG, los países semiperiféricos buscan alterar la estructura rigidamente jerárquica del sistema mundial y los roles que el campo de fuerzas geopolítico y geoeconómico

6. Sobre procesos de deslocalización, véase también la noción de “espacios económicos homogéneos” en Azpiazu *et al.* (1988: 18).

7. Como indicio del interés de los países centrales en la venta de tecnología a la semiperiferia, citemos un par de ejemplos representativos de un discurso que es difundido por los organismos de gobernanza mundial. En un trabajo publicado por UNCTAD, por ejemplo, Mayer (2000: 2) sostiene que “los países que han importado más de los líderes tecnológicos mundiales han experimentado un crecimiento más rápido en la productividad total de los factores”. En esta misma línea, puede verse Schiff y Wang (2008), quienes afirman que se proponen estudiar “la contribución relativa de la apertura y del contenido de I+D del comercio al crecimiento de la PTF [productividad total de los factores] para la difusión de tecnología relacionada al comercio Norte-Sur”. El primer autor pertenecía al momento de redactar esta cita a la *International Trade Unit* del Banco Mundial.

asigna en la división internacional del trabajo. Por esta razón, en su intento de avanzar en el desarrollo de tecnologías que le posibiliten el acceso a mercados que están en el foco de interés de los países centrales, los países semiperiféricos suelen ser objeto de una multiplicidad de estrategias de obstaculización o bloqueo.<sup>8</sup> Como explican Ragin y Chirot (1995 [1984]: 298): “El centro necesita una semiperiferia para el balance del sistema, pero también teme la rivalidad de los estados semiperiféricos avanzados (...) si ellos son muy exitosos, pueden ser frustrados por acción del centro”.

De esta forma, poner en riesgo los intereses comerciales de los países centrales suele ser conceptualizado por la “lógica” hegemónica como una alteración del equilibrio y, por lo tanto, de la “estabilidad” del sistema mundial. Es así que, por lo menos desde el fin de la Segunda Guerra Mundial, países de la semiperiferia como la Argentina y Brasil intentaron ingresar, con diferentes grados de eficacia, a segmentos de sectores industriales basados en TPG, como aeronáutica, nuclear, espacial, semiconductores y TIC, con un balance de medio siglo magro y enormes costos de transacción políticos y económicos.<sup>9</sup> En la actualidad también intentan desarrollar capacidades en áreas como biotecnología, materiales avanzados o nanotecnología.<sup>10</sup> Como primera aproximación a estas experiencias, digamos que los países semiperiféricos logran ocasionalmente ingresar y competir con relativo éxito en segmentos dinámicos de alguna TPG solamente cuando ésta ya ha entrado en su fase de madurez y decrece el interés de las economías centrales, que ya están explorando y decidiendo nuevas direcciones de innovación radical.<sup>11</sup> Ruttan (2006: 164) explica que, cuando una TPG madura y deja de ser una fuente dinámica de crecimiento en el país de origen, “como resultado de la transferencia internacional de tecnología, puede convertirse en una fuente dinámica de crecimiento de los países técnicamente menos avanzados”.

En este contexto, el concepto de TPG debe comprenderse, por su propia definición, como una categoría dependiente del contexto. Es decir, que sólo tiene sentido cuando se lo aplica a las dinámicas de innovación y crecimiento de las economías centrales. Desde esta perspectiva, puede ser un error conceptual con consecuencias muy negativas centrar en las TPG las políticas tecnológicas e industriales de países semiperiféricos. Una política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) de escala nacional centrada en las TPG supone niveles de inversión pública y privada, de diseño institucional y de redes organizacionales público-privadas, así como de capacidades para impulsar políticas exteriores que puedan ejercer influencia sobre los organismos de gobernanza mundial –OIEA, OMC, Consejo de Seguridad de la

8. Un estudio sobre este tipo de estrategias para el caso de la tecnología nuclear puede verse en: Hurtado (2015).

9. Ver, por ejemplo, sobre Brasil y Argentina y algunas TPG: Adler (1987), Azpiazu *et al.* (1988), Goldstein (2002), Riberiro de Andrade (2006) y Hurtado (2014).

10 Sobre biotecnología en la Argentina, véase, por ejemplo: Pellegrini (2013: 133).

11. A medida que una TPG madura tienden a declinar las complementariedades que hacen de la TPG un “motor de crecimiento” (*engine of growth*), según la expresión utilizada por Bresnahan y Trajtenberg (1995 [1992]).



ONU, Banco Mundial y BID, entre otros—, todos recursos que, en general, suelen no estar al alcance de las capacidades económico-financieras, técnico-burocráticas y políticas de los países semiperiféricos.

Nos interesa en este trabajo explorar el caso de la nanotecnología y la nanociencia (NyN) en la Argentina como ejemplo de país semiperiférico que se propone concentrar una parte importante de sus recursos de financiamiento público y de gestión en el desarrollo de capacidades para que una TPG que está en la etapa de irrupción se oriente a mejorar la competitividad de su economía.<sup>12</sup> ¿Es viable este enfoque?

### La construcción política de una nueva TPG

El desarrollo de la NyN no es un producto espontáneo de la evolución del mainstream científico-tecnológico. Por el contrario, es el producto de un proceso de toma de decisiones de un grupo de actores involucrados en la definición de las políticas industrial y tecnológica de Estados Unidos que, a fines de la década del 90, asumió: i) que el gobierno norteamericano debía ser un promotor decisivo en la movilización de iniciativas organizacionales para impulsar el desarrollo de la NyN a través de la convergencia de los sectores de la economía y la defensa que se podrían beneficiar con esta iniciativa; y ii) que se necesitaban inversiones públicas de gran escala —inaccesibles para los países periféricos y semiperiféricos— en un esfuerzo por asegurar una rentabilidad comercial capaz de sostener el dinamismo y la competitividad de la economía norteamericana. Esta estrategia —impulsada por un organismo gubernamental, el *National Science and Technology Council* (NSTC), creado por iniciativa de Bill Clinton en 1993, que a su vez impulsó cinco años más tarde el *Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology* (IWGN)— involucró a trece agencias federales (Motoyama *et al.*, 2011: 109, 110, 115).<sup>13</sup>

En marzo de 1999, el IWGN propuso impulsar un programa de escala nacional en NyN. De esta forma, en agosto de 2000, se formaliza la *National Nanotechnology Initiative* (NNI) y el NSTC reemplaza el IWGN por un subcomité llamado *Nanoscale Science, Engineering and Technology* (NSET). Finalmente, en enero de 2001 fue creada la *National Nanotechnology Coordination Office* (NNCO) para proveer apoyo administrativo y técnico al NSET en la elaboración de presupuestos y evaluación de programas, además de coleccionar información sobre las actividades de investigación,

12. Utilizamos la noción de “irrupción” de Perez (2003: 39, 49-50), como el momento de ruptura en la trama de la economía a lo largo de varias líneas de tensión, como nuevos sectores y sectores maduros, firmas modernas y firmas aferradas a viejas prácticas, entre otras. Perez también señala rupturas en las capacidades de las firmas, de la población trabajadora, rupturas regionales e internacionales. Entre estas últimas, “la fortuna de aquellos países que se suben a la ola de las nuevas tecnologías y aquellos que son dejados atrás”.

13. Entre las principales agencias federales involucradas, pueden mencionarse la *National Science Foundation*, el *Department of Defense*, el *Department of Energy*, el *National Institute of Health* (NNI, 2006: 29-30).

desarrollo y comercialización de la NyN, tanto en la industria y el Estado como a nivel internacional (NNI, 2006: 17). El diseño de esta compleja red de organizaciones fue acompañada por un caudal creciente de financiamiento, que pasó de 255 millones de dólares en 1999 a 464 millones en 2001, y que alcanzó los 1781 millones en 2010, “una de las mayores inversiones del gobierno [norteamericano] en tecnología desde el programa Apollo” (Motoyama *et al.*, 2011: 110).

Una carta del Consejo Asesor de Ciencia y Tecnología del Presidente (PCAST) al presidente Clinton, en 1999, explicaba: “Creemos que la Administración debería hacer de la NNI una máxima prioridad. El continuo liderazgo económico de América [Estados Unidos] y la seguridad nacional en el siglo XXI requerirán un incremento significativo y sostenido en I+D en nanotecnología en los próximos 10 a 20 años. Apoyamos firmemente la financiación robusta y la estrategia de investigación que han sido propuestas por el IWGN del NSTC” (PCAST, 1999).

Este escenario es un buen ejemplo de una política industrial oculta del Estado norteamericano. Como explican Motoyama *et al.* (2011: 110): “De esta manera, el gobierno federal interviene no solamente a través de la asignación de un presupuesto masivo, sino también a través de redes asociadas con un gran entramado de múltiples agencias”. En esta misma línea, Mazzucato (2013: 85) sostiene que el gobierno norteamericano “no solamente seleccionó la nanotecnología como el sector para respaldar con mayor fuerza (...) sino que también procedió a lanzar la NNI, a evaluar las reglas y las regulaciones concernientes a la nanotecnología, estudiando los variados riesgos involucrados y transformándose en el mayor inversor, incluso yendo más lejos que lo hecho en la biotecnología y las ciencias de la vida”.

72

Por último, interesado en comprender comparativamente las debilidades de las políticas que promueven la NyN en América Latina, Delgado (2007: 167-168) explica que otro rasgo crucial del proceso de creación del NNI liderado por Estados Unidos es su “sesgo empresarial”. Este autor destaca que el consejo del PCAST incluye entre sus miembros a más de veinte representantes de la cúpula del poder corporativo empresarial y militar norteamericano, como Lockheed Martin, Honeywell, Intel, Dell o GlaxoSmithKline, entre otros.

En América Latina, tres países –Brasil, México y la Argentina– concentran la mayor parte de las actividades de NyN. Sin embargo, si bien en la retórica oficial de estos tres países se justifica la necesidad de invertir en NyN a partir del efecto multiplicador que produciría en la mejora de la competitividad de sus economías en el corto plazo –matriz de argumentación que en adelante vamos a llamar “retórica de la competitividad”–, las agendas definidas por estos tres países, con especificidades propias, como sostiene Delgado (2007: 173), “están particularmente subsumidas a la dinámica de la Nanored estadounidense”. En esta misma dirección, Foladori e Invernizzi (2013: 36-37), explican que, desde fines de los 90, las primeras iniciativas

---

14. Véase, por ejemplo: Brahic y Dickson (2005).

de inversión en NyN en algunos países de América Latina fueron acompañadas por un discurso difundido por organismos internacionales como el Banco Mundial, que enfatizaban las potencialidades de la nanotecnología “para lograr competitividad internacional, lo que puede conducir su desarrollo a las demandas del mercado internacional”, salto cualitativo que, se argumentaba desde las fuentes de promoción de los países centrales, era necesario para insertarse en los mercados globales dominados por la “economía del conocimiento” (Foladori e Invernizzi, 2013: 37).<sup>14</sup> Contrariamente a esta matriz de argumentación, “la investigación en nanotecnología en los países de América Latina ha sido configurada, dentro de las redes académicas internacionalizadas, entre investigadores nacionales y sus pares de EEUU y países de la Unión Europea, los que pueden influenciar las agendas de investigación local a partir de las necesidades extranjeras” (Foladori e Invernizzi, 2013: 37).

De este escenario surgen algunos interrogantes cruciales: ¿existe alguna posibilidad de que un país semiperiférico pueda involucrarse en el desarrollo de la NyN con un impacto positivo para su economía en el corto o mediano plazo, o bien, como demuestran las trayectorias de otras TPG, este impacto sólo será posible cuando la NyN comience, dentro de por lo menos dos décadas, a transformarse en una tecnología madura?; ¿hasta qué punto organismos como el Banco Mundial, BID, OEA, UNESCO o la OCDE promueven “la retórica de la competitividad” y financian colaboración en NyN con países periféricos y semiperiféricos para impulsar la transformación de sus economías?; o, por el contrario, ¿lo hacen para integrar subordinadamente a los grupos de investigación de estos países con el fin de ayudar a construir el nuevo mercado global que acompañe la estrategia del gobierno norteamericano –y, detrás, las economías centrales afines– con el objetivo de mantener el liderazgo económico y militar?

73

Existen semejanzas sugerentes entre este escenario y los procesos de construcción de mercados globales de estructura oligopólica centrados en las aplicaciones comerciales de tecnologías concebidas como de propósito general: el sector nuclear a partir del programa Átomos para la Paz; el sector de fertilizantes, herbicidas, insecticidas y otros insumos para la “nueva agricultura” a partir de las iniciativas que acompañaron a la llamada “revolución verde”; o de las TIC y la biotecnología en los años 80. Cada uno de estos casos presentó especificidades, por un lado, propias del contexto geopolítico y geoeconómico global y, por otro lado, propias de las capacidades de diseño de políticas industriales y tecnológicas de Estados Unidos, que se van incrementando a lo largo de las décadas. Por ejemplo, en los casos de las TIC y la biotecnología, un rasgo novedoso fue lo que algunos autores caracterizaron como “la privatización de la ciencia”, proceso que fue acompañado con la globalización de marcos jurídicos de protección de la propiedad intelectual que imponen restricciones crecientes al desarrollo económico de los países no centrales.<sup>15</sup>

---

15. Véanse, por ejemplo: Correa (1997), Krinsky (1999) y Chang (2008: 141).

## La “retórica de la competitividad” y la NyN en la Argentina

Las primeras iniciativas de políticas para impulsar la NyN en la Argentina tuvieron lugar en 2004. Las mismas corrieron por dos carriles diferenciados. Por un lado, luego del “Taller sobre las Nanociencias y las Nanotecnologías en la Argentina”, organizado a mediados de marzo por la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECyT) –dependiente del Ministerio de Educación–, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) –dependiente de la SECyT– identificó la necesidad de impulsar la creación de redes de investigación en NyN. Este diagnóstico motivó que, a comienzos de noviembre, en la convocatoria de proyectos de una nueva línea de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo, llamado Programa de Áreas de Vacancia (PAV), se incluyera una partida financiera específica (Andrini y Figueroa, 2008: 27). En marzo de 2005 se dio a conocer que el PAV financiaría las primeras cuatro redes científicas en NyN, de las cuales participaban instituciones como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y varias universidades, con un subsidio para cada red del orden de 900.000 pesos –aproximadamente 300.000 dólares–, alrededor de 250 investigadores involucrados y de una cantidad equivalente de estudiantes de doctorado.<sup>16</sup> Estas redes iban a comenzar a ser financiadas recién en 2007 y funcionarían hasta mayo de 2011 (PAV, 2004; Salvarezza, 2011: 18).

74

Por otro lado, también a principios de 2004, el entonces ministro de Economía, Roberto Lavagna, había anunciado el lanzamiento de un programa para el desarrollo de la nanotecnología que iba a posibilitar la fabricación en el país, explicaba, de semiconductores y chips a partir de una asociación estratégica con la empresa multinacional *Lucent Technologies* (ex *Bell Laboratories*). Sobre el origen de este vínculo, comentaba Lavagna: “Tomando contacto con centros de excelencia, identifiqué a quien dirigió las tesis de cuatro argentinos que trabajan en nanotecnología en la que es probablemente la empresa más importante del mundo en la materia, *Lucent*. Inmediatamente respondieron y vinieron a la Argentina. Pero no vinieron a título personal, sino que lo hicieron con autorización de su empresa”.<sup>17</sup>

Inicialmente se había hecho público que iban a participar la CNEA y la empresa de tecnología INVAP –Sociedad del Estado surgida a mediados de los años setenta como desprendimiento del plan nuclear y desde la década de 1990 en proceso de diversificación–, aunque se extendía la invitación a todas aquellas empresas argentinas que desearan sumarse a la iniciativa. Daniel López, un investigador argentino miembro del *Nanofabrication Research Lab* de *Lucent* explicaba en una nota periodística que el Centro Atómico Bariloche (CNEA) había estado colaborando con *Lucent* desde hacía unos pocos años, así que las dos partes buscaron el acuerdo: “La compañía norteamericana entrenará científicos argentinos, e investigadores de *Lucent* trabajarán en proyectos argentinos”, explicaba López.<sup>18</sup>

---

16. Para más detalles sobre este programa, puede verse: Andrini y Figueroa (2008: 27-28).

17. Citado en: Caligaris (2004).

18. Citado en: Sametband (2005).

Lavagna sostuvo por esos días que “la nanotecnología es lo más importante que hay por delante y la Argentina hace su apuesta”. También sostuvo que “las áreas centrales de [aplicación de] la nanotecnología son medicina, óptica, industria automotriz, bienes de capital, comunicaciones e informática” y que “cada cuarto limpio para producir nanotecnología cuesta 400 millones de dólares”, pero que, a partir del acuerdo que él mismo se había encargado de impulsar, “se utilizarán los cuartos limpios de *Lucent*”, en New Jersey.<sup>19</sup> En este caso, la retórica de la competitividad iba acompañada de la aceptación implícita de que la “colaboración” con una empresa transnacional norteamericana era desinteresada, a juzgar por la ausencia de argumentos que explicaran o intentaran dilucidar cuál era el interés de *Lucent* para asumir este compromiso.

A fines de abril, Lavagna firmó el Decreto 380, por el cual se creaba la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) como emprendimiento asociado a *Lucent*; se conformaba un directorio presidido por el secretario de Industria e integrado por representantes de la CNEA y de *Lucent*, que debería poner a disposición de investigadores argentinos pruebas de diseño y otras actividades conexas en sus instalaciones.<sup>20</sup> Finalmente, también se comprometía al Estado argentino a aportar 10 millones de dólares en los próximos cinco años (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

A fines de mayo, la Asociación Física Argentina (AFA) hizo conocer sus críticas al Decreto 380. Ante todo, la AFA consideraba “muy auspicioso” que el gobierno estuviera decidido a invertir en el área “en la que el mundo desarrollado está haciendo las más grandes inversiones”. Lo que cuestionaba eran “los procedimientos utilizados para la creación de la FAN”, que no eran los previstos por la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación.<sup>21</sup> Y agregaba que se debía aprovechar el criterio y la experiencia de investigadores locales “al momento de buscar y decidir cuál o cuáles van a ser los nichos que más convienen a su desarrollo”. Finalmente, sostenía que el resultado de estas inversiones debería incrementar las capacidades existentes, “evitando que se generen nuevas estructuras a costa de lo logrado hasta el presente” (AFA, 2005). También se dieron algunos debates al interior de la FAN acerca de si la Argentina sólo debería contar con instalaciones para la caracterización de nanodispositivos que se fabricarían en *Lucent* o si también debería invertirse en instalaciones para la manufactura. Los partidarios de esta última opción se reunieron con Lavagna para solicitar 10 millones de dólares adicionales, que finalmente no fueron autorizados.

En paralelo, la diputada Lilia Puig de Stubrin, que presidía la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados de la Nación, cuestionando la adjudicación directa de fondos a una fundación en la que participaba el sector privado, explicaba que la FAN había sido creada “por fuera del marco legal que regula las actividades de

---

19. Citado en: IDEA (2004). Véase también: La Capital (2004).

20. Boletín Oficial 30.643 del 29 de abril de 2005.

21. Ley 25.467, sancionada en 2001.

ciencia, tecnología e innovación productiva” y “sin la participación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología” (*El Litoral*, 2005). A comienzos de junio, por recomendación de la Comisión encabezada por Puig de Stubrin, el Parlamento argentino sancionó la Ley que impulsaba el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías, que afirma en el Artículo 3 que se propone identificar “el tipo de micro y nanotecnologías que desde un punto de vista estratégico será más conveniente introducir y desarrollar en el mercado, de acuerdo a las ventajas competitivas que potencialmente pueda disponer nuestro país durante las próximas décadas” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).<sup>22</sup>

Nos interesa mostrar los fundamentos de esta ley con algún detalle, dado que son un componente necesario a favor de la plausibilidad del argumento que se presenta en este artículo. Con referencia a la iniciativa de Lavagna, en los fundamentos de la Ley se expresaba: “Preocupa la creación por fuera del sistema científico y por vía del Ministerio de Economía y Producción, sin la participación de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva de la Nación, en la formación de la Fundación con fondos del Estado Nacional, sin que se conozca el criterio (del organismo especializado en el tema), sobre la viabilidad técnica” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

76 A continuación se señalaban los “claros conflictos de interés” que surgen de las atribuciones que otorga el Decreto 380 a la FAN, que “rompe completamente con la lógica de la legislación vigente” en lo que hace al “diseño de políticas e instrumentos de promoción de actividades de ciencia, tecnología e innovación”, “la financiación de actividades CTI [Ciencia, Tecnología e Innovación]”, “la ejecución y desarrollo de las actividades CTI” y “la evaluación de los resultados de actividades CTI”. Poniendo de manifiesto la clara conciencia que tenían los autores de este documento sobre la incongruencia que ponían de manifiesto la falta de compatibilidad entre, por un lado, la retórica de la competitividad y, por otro lado, las debilidades concretas del escenario local, en estos mismos fundamentos de la ley se expresaba: “Señor Presidente, hay que ser sumamente cuidadoso en los instrumentos que se presentan para desarrollar nuevas áreas de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación productiva, sobre todo en áreas en donde la Argentina tiene una muy incipiente experiencia en términos internacionales y en donde no se dispone ni del equipamiento, ni del personal ni de las industrias con capacidad para el desarrollo de productos vinculados a la nanotecnología” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Luego de afirmar que los mecanismos concebidos en el Decreto 380 “parecen beneficiar solo a un reducido grupo de investigadores que tienen contactos

---

22. El Decreto 380/2005 era contrario al Artículo 12 de la Ley 25.467, de creación de la ANPCyT “como organismo encargado de la promoción y de administración de los fondos provenientes de las distintas fuentes y los adjudica a través de evaluación, concursos, licitaciones o con mecanismos equivalentes que garanticen transparencia. El Decreto produce una adjudicación directa de fondos y quiebra el sistema Científico Nacional por alterar el espíritu de la norma dictada por el Congreso, que solo puede ser modificado por otra Ley” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

personales con una empresa extranjera particular”, se reconoce también que el decreto “no ha sido fundamentado con ningún estudio que demuestre que esa es la mejor estrategia para el desarrollo de productos específicos vinculados a la nanotecnología”. Con referencia a la alusión del proyecto de Lavagna a los 400 millones de dólares que costaba cada sala limpia, se explicaba: “Lo que no se menciona en el proyecto legislativo es el costo de operación y mantenimiento anual de una sala de estas características, que puede llegar a ser entre 10 y 20 millones de dólares (equivalente al 7% de la inversión anual de todo el sistema de C&T [Ciencia y Tecnología] del país en todas sus áreas)” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Finalmente, reconociendo que “solo en Estados Unidos se han invertido en los últimos años, en infraestructura, equipamiento y recursos humanos, cerca de 10.000 millones de dólares (entre el sector público y privado)”, los fundamentos de la ley concluían: “Señor presidente, los estudios prospectivos en la literatura científico-tecnológica especializada determinan que las nanotecnologías comenzarán a movilizar la frontera del desarrollo de nuevos productos recién entre los años 2020 y 2050 (...) Debería existir una decisión política de muy largo plazo en qué [sic] áreas de la nanotecnología debemos concentrar nuestros esfuerzos, ya que no estamos en condiciones de realizar inversiones de miles de millones de dólares como se hacen en los países desarrollados” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Si bien, coherentes con este alegato, se presentaban con cierto detalle algunas áreas muy acotadas en las que algunos países en desarrollo ya habían comenzado a impulsar actividades de investigación y desarrollo –como la India o Brasil, entre otros–, como si el documento hubiera sido concebido por dos lógicas divergentes (o por dos grupos de actores con concepciones antagónicas), a continuación se olvidaban todas las afirmaciones anteriores para enfatizar la necesidad de incentivar “la interacción entre los expertos europeos y argentinos en áreas como biosensores, nanotubos, Nano-electrónica, modelos computacionales, fabricación de micro & nanotecnologías y nanomateriales” y para explicar que se había alcanzado “el compromiso de los investigadores europeos a iniciar proyectos colaborativos (STREPS) entre la Argentina y la Comunidad Europea en las áreas antes mencionadas”, en el contexto de las últimas convocatorias del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

Ahora bien, difícilmente podría esta estrategia favorecer la competitividad de la economía argentina –ni en el corto ni en el mediano plazo– si se tiene en cuenta que este programa tenía como principal objetivo “contribuir de manera significativa a la creación del Espacio Europeo de la Investigación y la Innovación”, “a la integración de los esfuerzos y actividades de investigación a escala europea”, “al desarrollo de las PYME en la sociedad del conocimiento, así como a la utilización de su potencial económico en una Unión Europea ampliada y mejor integrada”, “a elevar el nivel global de rendimiento de Europa y a aumentar la capacidad europea en este campo, ayudando a las empresas y a los innovadores en su esfuerzo por trabajar a escala europea y en los mercados internacionales”, entre otros (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

De esta forma, a pesar de la claridad con la que los fundamentos de la nueva ley argentina habían logrado caracterizar las limitaciones estructurales de la Argentina para embarcarse en lo que aparecía en el horizonte como la próxima “frontera del desarrollo de nuevos productos” –una nueva TPG será el término que utilizarán más tarde los actores relevantes de esta trayectoria–, la nueva ley argentina retornaba a la lógica internacionalista de la inversión en conocimiento de frontera y de integración subordinada a los centros internacionales: “Asimismo, se delineó la posibilidad de incluir a investigadores argentinos en redes de excelencia ya conformadas”, se explicitaba (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Durante esos mismos días –entre septiembre de 2005 y marzo de 2006– se produjo una tensa polémica al hacerse público que por lo menos un proyecto vinculado a las actividades de NyN en el CAB estaba siendo financiado desde 2003 por la Oficina de Investigación Naval del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Entre los episodios relevantes, se destacaron la intervención del Comité Nacional de Ética en Ciencia y Tecnología, que emitió un comunicado que sugería la necesidad de regular las investigaciones y limitar aquellas financiadas por fuerzas armadas extranjeras, y también del Comité de Ciencia y Tecnología del Parlamento argentino, que realizó un pedido de informe. También circuló una carta crítica del gremio Asociación de Trabajadores del Estado (ATE) y se publicaron numerosos artículos periodísticos (Foladori, 2006; Fainstein, 2006).

78

Lavagna debió dejar su cargo de ministro en noviembre de 2005 y la FAN fue puesta en marcha bajo la gestión de su reemplazante, Felisa Miceli, que cambió la orientación, desplazando la posición dominante de *Lucent*. En agosto de 2006, Miceli creó el Consejo Asesor de la FAN e hizo público que esta fundación financiaría entre el 50 y el 80% del costo total de las iniciativas que se seleccionaran, con un monto máximo de dos millones de dólares. Se aclaraba que no se definía un monto mínimo con el objeto de permitir la participación de las pymes. “El país tiene una oportunidad en este campo y creemos que se debe promover la investigación relacionada a la producción”, explicaba Miceli. Por su parte, Lino Barañao, tesorero de la FAN y director de la ANPCyT, sostenía: “La nanotecnología va a impactar en toda la cadena productiva y por eso desde la Fundación pretendemos generar financiamiento para todos los proyectos viables”.<sup>23</sup> Por estatuto, la FAN continuaba disponiendo de los 10 millones de dólares, que originalmente le había asignado Lavagna, para invertir en los siguientes cinco años.

A esta altura ya se ponía en evidencia la falta de capacidades para comenzar a dar los primeros pasos en la organización de un área incipiente de NyN. Por un lado, si bien la estrategia de Lavagna había ubicado el centro de gravedad del lado empresarial, no se veía cómo entraban las empresas nacionales o de qué manera la economía argentina capitalizaría esta colaboración. Por otro lado, la SECyT tomó como punto de partida las recomendaciones de un grupo de científicos. Al retirarse Lavagna e imponerse esta última orientación, si bien se cortaba el vínculo con *Lucent*,

---

23. Citados en: *Clarín* (2006).



comenzó a dominar una lógica que tendía al financiamiento de proyectos por área de conocimiento, dado que se centraba en las instituciones de investigación y desarrollo, sin considerar todas las variables adicionales propias de las actividades de innovación productiva. El factor empresarial iba a ser convocado sin coordinación con las políticas industriales.

### **Nuevos recursos para la gestión de NyN y la creación del MINCYT**

A fines de 2006, la ANPCyT abrió la convocatoria del Programa de Áreas Estratégicas (PAE) para financiar aquellas áreas que habían sido seleccionadas por el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Bicentenario” (2006-2011). Se financiaron dos proyectos de NyN. En uno de ellos, que recibió poco más de 9 millones de pesos (aproximadamente tres millones de dólares), participaban la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires, el CONICET y la CNEA por el sector público y las empresas INVAP (como sociedad del Estado de la provincia de Río Negro), Nanotex, Darmex y B&W. En el otro proyecto, que recibió poco más de 6.200.000 pesos (poco más de dos millones de dólares), participaban la CNEA, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), el INTI, la Universidad Nacional de San Martín y la Universidad Nacional del Sur por el sector público y las empresas Laboratorio Craveri y Aupet (PAE, 2006).

En un artículo periodístico de 2007 donde se presentaban declaraciones de los principales referentes argentinos en NyN, se explicaba que “ya existen en el mercado mundial más de 720 productos que usan nanotecnología: protectores solares, cosméticos, aditivos alimentarios, plaguicidas, barnices, chips electrónicos, sensores y dispositivos para diagnóstico”. Daniel Lupi, entonces director del Centro de Electrónica e Informática del INTI y futuro presidente de la FAN, explicaba: “El valor adicional de utilizar nanotecnología en un producto servirá para beneficiar, en las primeras etapas, a las empresas que ya fabrican un producto determinado”. En el mismo artículo, también opinaba Barañao, quien en pocos meses más quedaría a cargo del nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT): “La única manera de actuar inteligentemente es a través de la generación de patentes propias que no interfieran con las patentes extranjeras. Hay que aprovechar este tiempo inicial para realizar las innovaciones que más le convengan al país y negociar a futuro con otras naciones. Es decir, poder revertir la situación donde una empresa copa el mercado o controla una tecnología clave, como en el caso de las semillas de Monsanto”.<sup>24</sup>

En este punto, parece claro que en el discurso se asumía que apostar a la adopción de una nueva TPG supone procesos de crecimiento muy diferentes al que supone el crecimiento por innovaciones incrementales. Sin embargo, lo que aparecía en el discurso no se iba a reflejar en una concepción más o menos sistémica de las políticas para el área que fuera acorde a los objetivos explicitados. Por ejemplo, se

---

24. Citados en: *Premici* (2007).

necesitaban empresas que estuvieran dispuestas a aprender cómo incorporar la nueva TPG y de iniciativas que las ayudaran a afrontar “el desarrollo de los muchos insumos complementarios”, así como el “prolongado proceso de ajuste que incluye la reorganización de los lugares de trabajo” que además llevaría a la diversificación de los recursos presupuestarios, el entrenamiento del personal y demás. (Helpman, 2004: 51-52). Y complementariamente, desde el sector público hacían falta nuevas capacidades de coordinación entre la SECyT y, por ejemplo, los Ministerios de Economía e Industria, la producción de estudios sobre cadenas de valor, estudios enfocados en los marcos regulatorios que serían adecuados y formación de competencias para la comercialización, entre otros aspectos. Estas necesidades parecían perentorias si se consideraba la asimetría existente en el nivel de inversiones en NyN entre la Argentina y las economías centrales, el nivel de extranjerización de la economía argentina, la falta de diagnósticos o lineamientos de políticas que marcaran un rumbo a partir de metas y objetivos, la escasa experiencia tanto de funcionarios como de científicos y tecnólogos en algunos eslabones en la gestión de tecnologías.

En conjunto, la percepción inicial de los actores que impulsaban la FAN parece asumir que estas condiciones son asimilables a partir del financiamiento de proyectos de I+D que promuevan alianzas público-privadas. Todo esto impulsado de manera autónoma desde la SECyT. Alguna mano invisible se encargaría de ir generando procesos de reorganización sistémica que harían que la NyN finalmente impactara sobre el desempeño económico de algún sector potencial de empresas nacionales nunca dimensionado y que de esta forma se podría salir a competir en segmentos de cadenas de valor global.

80

Ahora bien, en el mismo artículo periodístico que citaba a los referentes de la FAN, la investigadora mexicana Silvia Ribeiro, del Grupo ETC –organización civil centrada en el monitoreo tecnológico y “el desarrollo de tecnologías socialmente responsables que sirvan a los pobres y marginados”–, desde el extremo opuesto al posicionamiento ideológico de los actores que impulsaban la NyN, sostenía que ya existía la posibilidad de detectar los estrechos límites con que contaban las iniciativas que impulsan la NyN en los países de la región: “Algunos países latinoamericanos, como la Argentina, Brasil, México y Chile, creen que se posicionarán en el mercado si invierten en investigaciones nanotecnológicas. En realidad, debido al fuerte control de la tecnología en manos de grandes corporaciones, así como a la realidad de las patentes nanotecnológicas, quienes pueden aprovechar estas iniciativas son los mismos núcleos de control”.<sup>25 26</sup>

A fines de 2007, con la creación del MINCYT se esperaba dar un salto cualitativo en las capacidades para el diseño y aplicación de políticas para el sector. La FAN pasó a depender del nuevo ministerio y, a fines de abril del año siguiente, realizó una

---

25. Sobre el Grupo ETC, puede verse: <http://www.etcgroup.org/es/content/nuestro-trabajo-y-principios>. Consultado el 14/01/2015.

26. Citado en: Premici (2007).

convocatoria donde se anunciaba que se habían presentado veinte empresas “que tienen proyectos avanzados o productos con una base de nanotecnología” (*El Cronista*, 2008). Lidia Rodríguez, coordinadora de la FAN, sostenía un principio de política cuya compatibilidad con las afirmaciones de los actores antes citados no estaba clara: “La fundación no financia la innovación sino que apuntamos a los desarrollos ya avanzados. Es decir que financiamos un porcentaje del proyecto, en sus últimas etapas”. Y agregaba: “Y detrás de esta financiación, el Estado se asocia como inversor de riesgo. La financiación de riesgo en Argentina todavía es muy difícil de conseguir. Existen muchos bancos que tienen capacidad para financiar pero no se animan a hacerlo. Pero si nosotros mostramos que es factible apostar por este tipo de proyectos, otras entidades se sumarán”.<sup>27</sup>

Rodríguez también señalaba que “ya estamos trabajando con el Banco Santander”.

Inicialmente, la FAN se asoció con CONAE, INTI y CNEA, aunque también se mencionan algunas empresas, como la pyme Darmex o Nanotek, que aplicaba la nanotecnología a la producción de catalizadores para el tratamiento químico de efluentes industriales y cursos de aguas contaminadas. También se explicaba que la Argentina ya contaba con 11 patentes, frente a las 45 de Brasil y las 20 de México, sobre un total de 726 patentes registradas en mayo de 2005 por la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (US PTO) (*El Cronista*, 2008).<sup>28</sup>

En términos generales, hasta el 2008, de acuerdo con la ANPCyT, ahora dependiente del MINCYT, se habían financiado 163 proyectos en NyN por un monto total de poco más de 56 millones de pesos (aproximadamente 18 millones de dólares), de los cuales 132 pertenecían a la convocatoria de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT), de baja escala de financiamiento –en total alrededor de 22 millones de pesos (aproximadamente siete millones de dólares)– para ciencia aplicada o desarrollos tecnológicos que no exigían vinculación con el sector privado (Vila Seoane, 2011: 101). Ese mismo año se creó el Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN), a partir de un proyecto PAE del MINCYT, involucrando alrededor de 80 investigadores.<sup>29</sup> También se instaló en uno de los institutos del CINN, en noviembre de 2009, equipamiento por un valor de alrededor de 4,4 millones de dólares y 370.000 dólares en obras edilicias (*La Nación*, 2009).

En 2010, la ANPCyT inició el programa Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC), probablemente la iniciativa más original y eficaz, que iba a significar un salto cualitativo importante en materia de PCTI. La condición novedosa de este programa era que solo podían aplicar “consorcios público-privados”, figura jurídica

27. Citado en: *El Cronista* (2008).

28. Sobre el panorama de patentes de países latinoamericanos en NyN, puede verse: Pastrana *et al.* (2012).

29. Conformaron el CINN el Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía (INQUIMAE de la Universidad de Buenos Aires y el CONICET), el Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (Universidad Nacional de La Plata y CONICET), el Centro Atómico Bariloche (CNEA) y el Centro Atómico Constituyente (CNEA).

que formalizaba la sociedad entre instituciones públicas y empresas para impulsar emprendimientos tecnológicos conjuntos. Este programa definió dos grupos de fondos: los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) y los Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS). Los FTS, creados ese mismo año, se iban a concentrar en nanotecnología, biotecnología y TIC.<sup>30</sup> El objetivo de este fondo era “desarrollar capacidades de generación e incorporación de innovación tecnológica en sectores estratégicos de la economía y la sociedad argentina” financiando “proyectos de alto impacto” en biotecnología, nanotecnología y TIC “que permitan dar respuesta a problemas relevantes” (Lengyel, 2014: 4-5).<sup>31</sup>

El análisis impulsado por la Secretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del MINCYT había llevado a seleccionar cuatro líneas generales: nanocompuestos, nanointermediarios, productos o bienes finales, y formación de recursos humanos. Como parte del proceso se señaló la necesidad de buscar ventajas competitivas para que el apoyo estatal no termine siendo aprovechado fuera del país, riesgo especialmente presente en los primeros eslabones de la cadena de valor, como nanocompuestos y nanointermediarios. Con este fin se buscó apoyar “nichos muy específicos en los que la investigación aplicada esté muy cerca del producto final y cuyos resultados sean de apropiación colectiva, o consistan en aplicaciones de gran impacto socioeconómico o se potencien líneas de producción ya establecidas en la Argentina”.<sup>32</sup> La convocatoria cerró en septiembre y fueron aprobados ocho consorcios, que recibieron 13 millones de dólares (Vila Seoane, 2011: 104-106).<sup>33</sup>

82

Al año siguiente, el MINCYT y la Comunidad Europea acordaron un proyecto en el marco del programa de fortalecimiento del empleo de las pequeñas y medianas empresas en el área de nanotecnología por un monto de 16 millones de euros. En términos generales, la inversión total en NyN realizada por la Argentina en el período 2006-2011 podría estimarse en 50 millones de dólares (Salvarezza, 2011: 18-19). En 2012, la NyN se presentó como un componente central del plan “Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015”, donde explícitamente se asumía que la PCTI que se iba impulsar a escala nacional se iba a estructurar alrededor de tres TPG, una de ellas la NyN: “La estrategia de focalización implica una conceptualización novedosa para las políticas de CTI [ciencia, tecnología en innovación], que supone la identificación de

---

30. Un concurso abierto realizado por la ANPCyT seleccionó a dos consultoras para un estudio por cada una de las tres áreas: MVAS Macroeconomía Consultora S.A. y Juan Sommer & Asociados (Sommer, 2009). A partir de estos estudios se iban a definir las áreas de intervención. Por su parte, los FTS fueron un componente del Programa para Promover la Innovación Productiva y Social – Préstamo BIRF N° 7599-AR (Lengyel, 2014: 4).

31. Los FTS fueron un componente del Programa para Promover la Innovación Productiva y Social – Préstamo BIRF N° 7599-AR (Lengyel, 2014).

32. Citado en Lengyel (2014: 28). Los temas fueron: nanoarcillas, y aleaciones nanoestructuradas y nanocompuestos de matriz metálica, que derivan del área temática nanomateriales; nanoencapsulados, que deriva del área temática nanointermediarios; y MEMS, derivado del área temática nanosensores (derivada del área estratégica de nanoproductos).

33. Resolución ANPCyT 003/11, de enero de 2011. Los proyectos financiados pueden, verse en: <http://www.agencia.mincyt.gov.ar/archivo/1099/fonarsec/res03-11-fsnano2010-financiados>. Consultado el 18/01/2015.

oportunidades de intervención en entornos territoriales específicos a partir de la articulación de tecnologías de propósito general (TPG) con sectores productivos de bienes y servicios, en lo que se define como núcleos socio-productivos estratégicos (NSPE)” (MINCYT, 2012: 41).

Poco más adelante, el documento explica que se propone “fomentar las interfaces” entre “un conjunto de actividades prioritarias (agroindustria, energía, salud, desarrollo social, medioambiente e industria)” y “el desarrollo científico y tecnológico en nuevas tecnologías de propósito general: nanotecnología, biotecnología y TIC” (MINCYT, 2012: 57). De esta forma, el plan definía 34 NSPE, de los cuales “Autopartes”, “Transformación de recursos naturales en productos industriales de alto valor agregado”, “Componentes electrónicos”, “Plataformas tecnológicas” y “Nanomedicina” incluían explícitamente NyN (MINCYT, 2012: 65, 67). Es decir, la apuesta a la NyN como uno de los componentes centrales de la política de ciencia y tecnología aparece redoblada y explícitamente conceptualizada como TPG. Ahora bien, mientras que la biotecnología y las TIC ya habían producido algunos ejemplos de aplicaciones productivas, la nanotecnología aún debía pasar esta prueba: “Por su parte, la nanotecnología es un área considerada como la de mayor potencialidad dentro del nuevo paradigma tecnológico, por lo que ofrece una ventana de oportunidad para países en vías de desarrollo como la Argentina, en la medida en que los cambios en la estructura productiva mundial abren un espacio para los ‘nuevos jugadores’” (MINCYT, 2012: 60).

Ahora bien, en términos generales, la creación del MINCYT y la elaboración de un plan en el que se explicitaba que la NyN iba a ser tratada como una TPG no produjeron un salto cualitativo de las políticas para la NyN. Una excepción que puede ser separada como caso testigo de éxito fue el FONARSEC, junto con la figura de “consorcio público-privado” que acompañó su creación y la forma en que se gestionó la evolución de los proyectos financiados. También surgen como novedades algunas iniciativas que se propusieron generar espacios de discusión entre actores del sector público de I+D con actores del sector productivo y con problemáticas territoriales para la elaboración de una agenda de prioridades. Sin embargo, las capacidades deficientes de gestión tecnológica y la incompreensión de la complejidad y del carácter sistémico del problema fueron amplificadas por la falta de gravitación política del MINCYT frente a otros ministerios. Estos factores explican que las políticas para la NyN no hayan podido dar un salto cualitativo en términos de calidad y eficacia. A falta de políticas integradoras, las instituciones públicas que, motivadas por los recursos de financiamiento, se involucraron en el desarrollo de NyN –por ejemplo, a través de la creación de grupos, centros o institutos– tendieron a retomar una lógica centrada en sus propias dinámicas institucionales. En cuanto al sector productivo, con algunas excepciones de empresas que participaron de los FONARSEC, no se puede hablar de impacto apreciable a fines de 2015, momento en que el cambio de gobierno supuso el retorno a un contexto macroeconómico de desindustrialización y apoyo selectivo a las actividades primarias y financieras, orientación que clausura las condiciones de posibilidad para continuar con los procesos de aprendizaje tecnológico, organizacional e institucional y de mejoramiento de la PCTI.

## Epílogo sobre cambio tecnológico y procesos de aprendizaje

Si bien, en los estadios iniciales de promoción de la NyN en la Argentina, Lavagna y algunos actores centrales del complejo de ciencia y tecnología difundieron lo que hemos llamado “la retórica de la competitividad”, las actividades de investigación y desarrollo en NyN giraron alrededor de la vinculación con una empresa norteamericana. Desacuerdos políticos y cuestiones jurídicas llevaron a abandonar esta estrategia. Las mismas políticas que luego promovieron diversos recursos de financiamiento centrados en la NyN –caracterizándola sucesivamente como área de vacancia, área estratégica o como TPG–, así como la vinculación con empresas nacionales, contradictoriamente también promovieron la subordinación de una parte de los escasos recursos humanos a las agendas de redes académicas internacionales con objetivos propios. El aliento a la participación de grupos argentinos en programas de cooperación internacional con agendas propias debilitó los objetivos de conformación y evolución hacia la consolidación y aumento de densidad de redes público-privadas locales.

Como complemento, desde la arena internacional, repitiendo viejas estrategias enfocadas en la construcción temprana de mercados para las nuevas industrias líderes, la decisión de los Estados Unidos de hacer de la NyN una TPG contó con el apoyo de los organismos internacionales, que también comenzaron a promover en las periferias la retórica de la competitividad. Desde esta perspectiva, las condiciones básicas para el éxito de una nueva TPG eran: que los países de la semiperiferia que necesitan aumentar la competitividad de sus procesos de industrialización asuman como imperiosa la necesidad de dominar la NyN; que el camino para alcanzar este objetivo sea crear vínculos de colaboración subordinada a los centros de desarrollo de NyN de los países avanzados; y que, mientras se aprende lo necesario para transformarse en consumidores y en adaptadores de NyN, en paralelo se incentive las actividades de investigación básica y aplicada que puedan ser útiles a las agendas de desarrollo e innovación de las economías centrales.

84

Ahora bien, volvamos al comienzo, pero con algunos aprendizajes hoy consolidados en la economía de la innovación y el desarrollo económico. Partir de una matriz productiva agroexportadora con algunas capacidades industriales nacionales de baja y media intensidad tecnológica –perfil propio de una economía semiperiférica– y proponerse la incorporación de NyN –es decir, la creación de entornos industriales de alta intensidad tecnológica– supone capacidades estatales para concebir e impulsar una trayectoria evolutiva de escalamiento selectivo en la jerarquía de habilidades y competencias tecnológicas, organizacionales, institucionales y políticas. La historia económica enseña que estos objetivos se logran mediante procesos de aprendizaje del tipo de “acortamiento de la brecha” (o *catching up*), que involucran inicialmente la generación de capacidades para la imitación, la ingeniería inversa, las modificaciones marginales de productos y procesos, o la lisa y llana copia por los sectores o grupos de empresas seleccionados. “Esto ha sido así en el pasado en Inglaterra vis a vis Holanda, en Estados Unidos vis a vis Inglaterra, en Japón vis a vis la Europa desarrollada, y lo es hoy en día en el caso de China” (Cimoli *et al.*, 2009: 9). Dicho de otra forma, la incorporación de NyN no puede ser un punto de partida, sino un punto de llegada de un proceso complejo de evolución tecno-económica.

Desde esta perspectiva, Robert y Yoguel (2010: 441) enfatizan la vinculación de la noción de competitividad con los factores organizacionales: “En los países en desarrollo, los sistemas productivos y de innovación enfrentan problemas derivados del predominio de organizaciones con reducidas capacidades lo que se manifiesta en la mayor presencia de reacciones adaptativas que creativas”. Y vinculan estas características con las bajas capacidades de conectividad y complementariedad entre organizaciones y la “baja integración del sistema productivo y de innovación”, características que conducen a “débiles o inexistentes procesos de aprendizaje”. Estos autores enfatizan “la importancia de concebir una política industrial como un proceso de ingeniería institucional que modele el comportamiento de las organizaciones y que comprenda desde la protección a la industria infantil hasta las políticas de comercio, ciencia y tecnología, inversión extranjera, propiedad intelectual y contratación pública” (Robert y Yoguel, 2010: 445).

A estas limitaciones se suma el aumento de rigidez en las condiciones impuestas a los países en desarrollo desde las reglas de juego de organismos como la OMC, los tratados bilaterales de comercio con los Estados Unidos, o los acuerdos TRIPS, que elevan el umbral de acceso a *know-how* protegido (Di Maio, 2009: 126-132). Las nuevas exigencias que impone el proceso de globalización, explican Cimoli *et al.* (2008: 4-6), suponen que “las economías más interdependientes sean propensas a requerir medidas *cada vez más sofisticadas* de intervención política en los países más débiles”.<sup>34</sup>

Contrariamente a lo que aconseja este escenario, en la evolución de las políticas para las NyN en la Argentina que hemos intentado describir puede hablarse de un desdoblamiento entre el discurso y la práctica. Por un lado, se expresa que las inversiones en NyN deben enfocarse en aumentar la competitividad de la economía –visiblemente en los documentos que se proponen delinear la PCTI–, mientras que, por otro lado, las políticas de promoción de la NyN en la Argentina se concentraron mayormente en la generación de recursos de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo –en muchos casos novedosos–, aunque excluyeron de sus prioridades la necesidad de avanzar en la coordinación de políticas públicas a nivel interministerial, así como en actividades de diagnóstico, prospectiva, revisión de marcos regulatorios y generación de capacidades ausentes en tópicos como cadenas de valor o estrategias de comercialización, todas condiciones que deberían acompañar la decisión de asimilar una nueva TPG en su etapa de irrupción, suponiendo que esto fuera recomendable.<sup>35 36</sup>

Como ejemplo de falta de coordinación básica, citemos el caso de autopartes. Mientras que, por un lado, en el plan presentado por el MINCYT (2012: 65) se afirma que se apuntará al “desarrollo de autopartes en base a materiales nanocompuestos

---

34. Itálicas en el original.

35. Veáanse, por ejemplo: SECyT (2006: 17) y MINCYT (2012).

36. Citemos, a modo de ejemplo, el Comité Interministerial de Nanotecnología, creado por el gobierno de Brasil en 2012. Esta iniciativa, creada en el ámbito del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Brasil, se propone coordinar políticas y estrategias para la NyN impulsadas por los Ministerios de Medioambiente; Salud; Minas y Energía; Agricultura, Ganadería y Abastecimiento; Educación; Desarrollo, Industria y Comercio Exterior; Defensa; y Agricultura (OECD y NNI, 2013: 21).

de menor peso y mejores características mecánicas”; por otro lado, el texto dedicado al sector automotriz y autopartista del Plan Estratégico Industrial 2020 (Ministerio de Industria, 2012) muestra que la única mención al área de NyN se reduce a un programa del INTI –Programa INTI Micro y Nanotecnología del Bicentenario para el Desarrollo de la Industria Microelectrónica–, aclarando que se centrará en “el diseño de circuitos de alta complejidad”. La ausencia de coordinación de ambos planes estratégicos es evidente para el caso de autopartes.

En síntesis, en la Argentina la NyN no fue –ni podría haber sido– gestionada como una TPG, categoría que a nuestro juicio supone una conceptualización errónea. De hecho, aun si se hubieran puesto en juego capacidades más sofisticadas para el diseño de políticas para la NyN, las condiciones que impone el sistema económico mundial y la estructura productiva semiperiférica de la Argentina excluyen del horizonte de posibilidades que la NyN pueda ser asimilada por la estructura productiva local en el corto o mediano plazo para producir los efectos que una TPG produce en una economía central.

Por el contrario, la PCTI en la Argentina –incluido el problema de la competitividad, noción que escapa a las posibilidades de discusión de este trabajo– debería abordarse, como dijimos, desde una estrategia de acortamiento de la brecha, enfoque que supone desplazar del centro de gravedad la noción de TPG.<sup>37</sup> Esta perspectiva supone el reconocimiento de una estructura productiva específica y objetivos de desarrollo social que en conjunto definen una frontera tecnológica local. En los hechos, al margen de la conceptualización que puso en la vidriera del MINCYT a las TPG, las PCTI (en plural) implícitas que se concibieron autónomamente desde varios ministerios incluyeron iniciativas que buscaron responder a problemas específicos locales con resultados diversos, algunos con balance muy positivo. Digamos a modo de cierre, que esta alternativa esbozada no significa abandonar la NyN. Por el contrario, significa redimensionar su necesidad a una trayectoria evolutiva específica, capaz de definir nichos precisos de demanda de NyN.

El contexto sociopolítico para el crecimiento de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el período 2003-2015 ha sido muy favorable, por eso los procesos de aprendizaje han sido inéditos. Es imprescindible alentar la evaluación crítica y la flexibilidad para entender la PCTI no como un producto sino como un proceso iterativo que co-evoluciona con las políticas industriales y económicas.

---

37. Véase, por ejemplo: Metcalfe (2010).



## Bibliografía

ADLER, E. (1987): *The Power of Ideology. The Quest for Technological Autonomy in Argentina and Brazil*, Berkeley, University of California Press.

AFA (2005): “Declaración AFA en referencia al Decreto 380/2005”. Disponible en: <http://mail.df.uba.ar/pipermail/sociosafaba/2005-May/000137.html>. Consultado el 31/12/2014.

ANDRINI, L. y FIGUEROA, S. (2008): “Governmental encouragement of nanosciences and nanotechnologies in Argentina”, en G. Foladori, y N. Invernizzi (eds.): *Nanotechnology in Latin America*, Berlin, Karl Dietz Verlag Berlin, pp. 27-39.

ARRIGHI, G. (2010 [1994]): *The Long Twentieth Century. Money, Power and the Origins of our Times*, Londres y Nueva York, Verso.

AZPIAZU, D., BASUALDO, E. y NOCHTEFF, H. (1988): *La revolución tecnológica y las políticas hegemónicas. El complejo electrónico en la Argentina*, Buenos Aires, Legasa.

BLOCK, F. (2008): “Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States”, *Politics and Society*, vol. 20, n° 10, pp. 1-38.

BRAHIC, C. y DICKSON, D. (2005): “Helping the poor: the real challenge of nanotech”, *SciDev.Net*. Disponible en: <http://www.scidev.net/global/technology/editorials/helping-the-poor-the-real-challenge-of-nanotech.html>. Consultado el 25/10/2014.

87

BRESNAHAN, T. y TRAJTENBERG, M. (1995 [1992]): “General Purpose Technologies: ‘Engines of Growth’?”, *Journal of Econometrics*, vol. 65, n° 1, pp. 83-108.

CALIGARIS, H. (2004): “Roberto Lavagna: ‘El desafío es no volver a perder una década’”, *La Nación*, 11 de diciembre. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/662284-roberto-lavagna-el-desafio-es-no-volver-a-perder-una-decada>. Consultado el 31/12/2014.

CHANG, H. (2008): *Bad Samaritans. The Myth of Free Trade and the Secret History of Capitalism*, Nueva York, Bloomsbury Press.

CHASE-DUNN, C. y REIFER, T. (2002): “US Hegemony and Biotechnology: The Geopolitics of New Lead Technology”, *working paper n° 9, Institute for Research on World Systems*, Universidad de California. Disponible en: <http://irows.ucr.edu/papers/irows9/irows9.htm>. Consultado el 10/2/2013.

CIMOLI, M., DOSI, G. y STIGLITZ, J. (2008): “The Future of Industrial Policies in the New Millenium; Toward Knowledge Centered Development Agenda”, *LEM Working paper series*, n° 19. Disponible en: <http://www.lem.sssup.it/WPLem/files/2008-19.pdf>. Consultado el 22/11/2014.

CIMOLI, M., DOSI, G. y STIGLITZ, J. (2009): "The Political Economy of Capabilities Accumulation: The Past and Future of Policies for Industrial Development", en M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz (eds.): *Industrial Policy and Development. The Political Economy of Capabilities Accumulation*, Oxford, Oxford University Press, pp. 1-16.

CLARÍN (2006): "El gobierno financiará proyectos de nanotecnología", 1 de agosto. Disponible en: <http://edant.clarin.com/diario/2006/08/01/um/m-01244697.htm>. Consultado el 31/12/2014.

CORREA, C. (1997): "Instrumentación del acuerdo TRIPPs en Latinoamérica. Armonización vs. diferenciación de los sistemas de propiedad intelectual", *Temas de derecho industrial y de la competencia*. Buenos Aires, Ediciones Ciudad Argentina, pp. 95-130.

DAVID, P. A. (1990): "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox", *American Economic Review*, vol. 80, pp. 355-361.

DELGADO RAMOS, G. C (2007): "Sociología política de la nanotecnología en el hemisferio occidental: el caso de Estados Unidos, México, Brasil y Argentina", *Revista de Estudios Sociales*, n° 27, pp. 164-181.

DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2002): "Decisión No 1513/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 27 de junio de 2002". Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002D1513&from=ES>. Consultado el 26/12/2014.

88

DI MAIO, M. (2009): "Industrial Policies in Developing Countries: History and Perspectives", en M. Cimoli, G. Dosi y J. Stiglitz (eds.): *Industrial Policy and Development. The Political Economy of Capabilities Accumulation*, Oxford, Oxford University Press, pp. 107-143.

DOSI, G. (1982): "Technological paradigm and technological trajectories", *Policy Research*, vol. 11, pp. 147-162.

EL CRONISTA (2008): "La nanotecnología busca su lugar en el mercado", 29 de abril. Disponible en: [http://www.fundacionprotejer.com/noticias/nanotecnologia\\_busca\\_su\\_lugar\\_mercado.html](http://www.fundacionprotejer.com/noticias/nanotecnologia_busca_su_lugar_mercado.html). Consultado el 25/10/2014.

EL LITORAL (2005) "Polémica millonaria por la nanotecnología", 23 de mayo. Disponible en: <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2005/05/23/politica/POLI-04.html>. Consultado el 25/10/2014.

EVANS, P. (1979): *Dependent Development. The Alliance of Multinational, State, and Local Capital in Brazil*. Nueva Jersey, Princeton University Press.

FAINSTEIN, A. (2006): "Definir nuestra política", *Página/12*, 18 de marzo. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/imprimir/diario/sociedad/subnotas/3-21238-2006-03-18.html>. Consultado el 26/10/2014.

FOLADORI, G. (2006): "La influencia militar estadounidense en la investigación de las nanotecnologías en América Latina", *Rebelión*, 8 de noviembre. Disponible en: <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=40794>. Consultado el 22/1/2015.

FOLADORI, G. e INVERNIZZI, N. (2013): "Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America", *Journal of Arts and Humanities*, vol. 2, n° 3, pp. 35-45.

FREEMAN, C. (1992): *The Economics of Hope: Essays on Technical Change, Economic Growth, and the Environment*, Nueva York, Pinter Publishers.

FREEMAN, C., CLARK, J. y SOETE, L. (1982): *Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development*, Westport, Greenwood Press.

GOLDSTEIN, A. (2002): "EMBRAER: de campeón nacional a jugador global", *Revista de la CEPAL*, n° 77, pp. 101-121.

HALL, T. y CHASE-DUNN, C. (2006): "Global Social Change in the Long Run", en C. Chase-Dunn y S. Babones (eds.): *Global Social Change. Historical and Comparative Perspectives*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, pp. 33-58.

HELPMAN, E. (1998): *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge, MIT Press.

HELPMAN, E. (2004): *The Mystery of Economic Growth*, Cambridge y Londres, The Belknap Press of Harvard University Press.

89

HURTADO, D. (2014): *El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*, Buenos Aires, Edhasa.

HURTADO, D. (2015): "Semi-periphery and capital-intensive advanced technologies: The construction of Argentina as a nuclear proliferation country", *JCOM*, vol. 14, n° 2, A05, pp. 1-18.

IDEA (2004): "El Gobierno impulsa el desarrollo de tecnología y la alfabetización digital", *40 Coloquio Anual de Idea*, 3-5 de noviembre. Disponible en: [http://www.ideared.org.ar/coloquio40/sintesis/Lavagna\\_Inversiones.asp](http://www.ideared.org.ar/coloquio40/sintesis/Lavagna_Inversiones.asp). Consultado el 25/10/2014.

KRIMSKY, S. (1999): "The profit of scientific discovery and its normative implications", *Chicago Kent Law Review*, vol. 75, n° 3, pp. 15-39.

LA CAPITAL (2004): "El ministro, a a full con la nanotecnología", 6 de noviembre. Disponible en: [http://archivo.lacapital.com.ar/2004/11/06/economia/noticia\\_147520.shtml](http://archivo.lacapital.com.ar/2004/11/06/economia/noticia_147520.shtml). Consultado el 25/10/2014.

LA NACIÓN (2009): "Inauguraron importantes equipos científicos", 23 de noviembre. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1203102-inauguraron-importantes-equipos-cientificos>. Consultado el 25/10/2014.

LENGYEL, M. (2014): "Asociatividad para la innovación con alto impacto sectorial. Congruencia de objetivos entre las áreas programática y operativa de los Fondos Sectoriales", Buenos Aires, CIECTI, MINCYT, Buenos Aires.

LIPSEY, R. G., BEKAR, C. y CARLAW, K. (1998): "What Requires Explanation?", en Helpman, E. (ed.): *General Purpose Technologies and Economic Growth*, Cambridge, The MIT Press, pp. 15-54.

LIPSEY, R., KENNETH, C. y BEKAR, C. (2005): *Economic Transformations, General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*, Oxford, Oxford University Press.

MAYER, J. (2000): "Globalization, Technology Transfer and Skill Accumulation in Low-Income Countries", *WIDER project Globalization and the Obstacles to the Successful Integration of Small Vulnerable Economies*, UNCTAD/OSG/DP/150. Disponible en: [http://unctad.org/en/Docs/dp\\_150.en.pdf](http://unctad.org/en/Docs/dp_150.en.pdf). Consultado el 03/01/2015.

MAZZUCATO, M. (2013): *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs. Private Sector Myths*, Londres, Anthem Press.

METCALFE, J. S. (2010): "Dancing in the dark: la disputa sobre el concepto de competencia", *Desarrollo Económico*, vol. 50, n° 157, pp. 59-79.

90 MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PRODUCTIVA (2012): *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*, Buenos Aires, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: <http://www.mincyt.gov.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>. Consultado el 13/12/2014.

MINISTERIO DE INDUSTRIA (2012) "Mesa de Implementación de la Cadena Automotriz – Autopartista". Disponible en: <http://www.industria.gov.ar/automotriz-autopartista/>. Consultado el 13/12/2014.

MODELSKI, G. y THOMPSON, W. (1996): *Leading Sectors and World Powers*, Columbia, Universidad de Carolina del Sur.

MOKYR, J. (2002): *The Gifts of Athena: Historical Origins of the Knowledge Economy*, Princeton, Princeton University Press.

MOKYR, J. (2006): "Useful Knowledge as an Evolving System: The View from Economic History", en L. Blume y S. Durlauf (eds.): *The Economy as an Evolving Complex System, III. Current Perspectives and Future Directions*, Oxford, Oxford University Press, pp. 309-337.

MOTOYAMA, Y., APPELBAUM, R. y PARKER, R. (2011): "The National Nanotechnology Initiative: Federal support for science and technology, or hidden industrial policy?", *Technology in Society*, vol. 33, pp. 109-118.

NNI (2006): *A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*, Washington, D.C., The National Academies Press.

OECD y NNI (2012): *Symposium on Assessing the Economic Impact of Nanotechnology. Synthesis Report*, Washington D.C., OECD/NNI. Disponible en: [http://www.oecd.org/sti/nano/Washington%20Symposium%20Report\\_final.pdf](http://www.oecd.org/sti/nano/Washington%20Symposium%20Report_final.pdf). Consultado el 17/01/2015.

PASTRANA, H., ÁVILA, A. y MORENO, G. (2012): “Nanotecnología, patentes y la situación en América Latina”, *Mundo Nano*, vol. 5, n° 9, pp. 57-67. Disponible en: <http://www.mundonano.unam.mx/pdfs/mundonano9.pdf>. Consultado el 03/01/2014.

PAV (2004): *Proyectos Tipo II (Redes) – Financiados*. Disponible en: [http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/pav2004\\_financiados\\_tipo\\_II.pdf](http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/pav2004_financiados_tipo_II.pdf). Consultado el 25/10/2014.

PCAST (1999): “PCAST Letter to the President Endorsing a National Nanotechnology Initiative”. Disponible en: <http://www.whitehouse.gov/administration/eop/ostp/pcast/docsreports/12141999>. Consultado el 21/12/2014.

PELLEGRINI, P. (2013): *Transgénicos. Ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

PEREZ, C. (2003): *Technological Revolutions and Financial Bubbles*, Cheltenham, Edward Elgar.

91

PEREZ, C. (2009): “Technological revolutions and techno-economic paradigms”, working paper n° 20, *The Other Canon Foundation*, Noruega, y Tallinn University of Technology, Tallinn. Disponible en: <http://technologygovernance.eu/files/main/2009070708552121.pdf>. Consultado el 20/9/2014.

PREMICI, S. (2007): “El nuevo orden económico”, *Página 12*, 21 de enero. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/cash/17-2806-2007-01-21.html>. Consultado el 25/10/2014.

PROGRAMA DE AREAS ESTRATÉGICAS (2006): *Proyectos aprobados*, Resolución Directorio ANPCyT N° 034/2008. Disponible en: [http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/PAE\\_financiados\\_web.pdf](http://www.agencia2012.mincyt.gob.ar/IMG/pdf/PAE_financiados_web.pdf). Consultado el 25/10/2014.

RAGIN, Ch. y CHIROT, D. (1984 [1995]): “The World System of Immanuel Wallerstein: Sociology and Politics as History”, en T. Skocpol (ed.): *Vision and Method in Historical Sociology*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 276-312.

RENNSTICH, J. (2008): *The Making of a Digital World: The Evolution of Technological Change and How It Shaped Our World (Evolutionary Processes in World Politics)*, Nueva York, Palgrave MacMillan.

RIBEIRO DE ANDRADE, A. M. (2006): *A Opção nuclear. 50 anos rumo à autonomia*, Rio de Janeiro, MAST y CNEN.

ROBERT, V. y YOGUEL, G. (2010): "La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico", *Desarrollo Económico. Revista de Ciencias Sociales*, vol. 50, n° 199, pp. 423-453

ROSENBERG, N. y TRAJTENBERG, M. (2004): "A General-Purpose Technology at Work: The Corliss Steam Engine in the Late-Nineteenth-Century United States", *Journal of Economic History*, vol. 64, n° 1, pp. 61-99.

RUTTAN, V. (2006): *Is War Necessary for Economic Growth? Military Procurement and Technology Development*, Oxford, Oxford University Press.

SALVAREZZA, R. (2011): "Situación de la difusión de la nanociencia y la nanotecnología en Argentina", *Mundo Nano*, vol. 4, n° 2, pp. 18-21. Disponible en: <http://www.mundonano.unam.mx/pdfs/mundonano7.pdf>. Consultado el 25/10/2014.

SAMETBAND, R. (2005): "Argentina invests US\$10 million in nanotechnology, SciDev.Net, 12 de mayo. Disponible en: <http://www.scidev.net/global/technology/news/argentina-invests-10-million-in-nanotechnology.html>. Consultado el 25/10/2014.

SCHIFF, M. y WANG, Y. (2008): "North-South Technology Spillovers: The Relative Impact of Openness and Foreign R&D", *IZA Discussion Paper n° 3383*. Disponible en: <http://ftp.iza.org/dp3383.pdf>. Consultado el 18/01/2015.

SCHUMPETER, J. (1939): *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Nueva York, McGraw-Hills Book Company.

SECYT (2006): *Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación "Bicentenario" (2006-2010)*, Buenos Aires, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Disponible en: [www.mincyt.gob.ar/\\_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22513](http://www.mincyt.gob.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22513). Consultado el 13/12/2014.

SENADO y CÁMARA DE DIPUTADOS DE LA NACIÓN (2005): *Proyecto de Ley Marco para el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de Micro y Nanotecnologías*, Comisión de Ciencia y Tecnología. Disponible en: <http://www1.hcdn.gov.ar/dependencias/ccytecnologia/proy/3.279-D.-05.htm>. Consultado el 26/12/2014.

SOMMER, J. (2009): "Programa de Innovación Tecnológica en Sectores Productivos y Sociales", *Banco Mundial, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva*, MVAS Macroeconomía Consultora S.A. y Juan Sommer & Asociados.

VILA SEOANE, M. (2011): "Nanotecnología: su desarrollo en Argentina, sus características y tendencias a nivel mundial", *tesis de maestría, Instituto de Desarrollo Económico y Social*, Grupo Redes, Universidad Nacional de General Sarmiento.

WADE, R. (2014): "The Paradox of US Industrial Policy: The Developmental State in Disguise", en J. Manuel Salazar-Xirinachs y R. Kozul-Wright (eds.): *Transforming Economies: Making Industrial Policies Work for Growth, Jobs and Development*, Ginebra, ILO-UNCTAD, pp. 379-400.

WALLERSTEIN, I. (1974): "The Rise and Future Demise of the World Capitalist System: Concepts for Comparative Analysis", *Comparative Studies in Society and History*, vol. 16, n° 4, pp. 387-415.





**Las universidades y la misión de la vinculación en el Reino Unido:  
un marco de referencia para pensar la propuesta de indicadores  
del *Manual de Valencia***

**As Universidades e a Missão da Vinculação no Reino Unido:  
um Quadro de Referência para Pensar a Proposta de Indicadores  
do *Manual de Valença***

***Universities And Third Mission Policies In The United Kingdom:  
A Framework For The Discussion Of The Proposed Indicators  
In The Manual De Valencia***

**Natalia Bas \***

En el contexto de elaboración del *Manual de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico -o Manual de Valencia-*, este trabajo ofrece una reseña sobre las políticas de vinculación que en las últimas tres décadas vienen desarrollándose en el Reino Unido. Este país fue el primero en implementar en la agenda de gobierno un sistema de incentivos financieros continuo para las universidades que realizan actividades de vinculación, evaluadas a partir de una medición anual. El objetivo del estudio es ofrecer un marco de referencia en materia de promoción, medición y monitoreo de tales actividades, alternativo a los modelos que empiezan a surgir en el espacio iberoamericano. Una de las principales conclusiones a las que se arriba a partir del caso estudiado es la necesidad de diseñar un conjunto de indicadores lo suficientemente amplio de manera que las universidades puedan reflejar la variedad de actividades de vinculación en las que se embarcan, independientemente de lo cuantificable de sus resultados.

**Palabras clave:** actividades de vinculación, sistema de indicadores, incentivos, misión institucional, papel socio-económico de la universidad

---

\* Centro Redes y Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS-OEI). Correo electrónico: nbas@centroredes.org.ar.

No contexto de elaboração do *Manual de Indicadores de Vinculação da Universidade com o Ambiente Socioeconômico -o Manual de Valença-*, este trabalho oferece uma resenha sobre as políticas de vinculação que têm se desenvolvido no Reino Unido nas últimas três décadas. Esse país foi o primeiro a incluir na agenda de governo um sistema de incentivos financeiros contínuo para as universidades que realizam atividades de vinculação, avaliadas a partir de uma medição anual. O objetivo do estudo é oferecer um quadro de referência em matéria de promoção, medição e monitoramento dessas atividades, alternativo aos modelos que começam a surgir no espaço ibero-americano. Uma das principais conclusões a que se chega a partir do caso estudado é a necessidade de elaborar um conjunto de indicadores suficientemente amplo, de maneira que as universidades possam refletir a variedade de atividades de vinculação que realizam, independentemente dos resultados quantificáveis.

**Palavras-chave:** atividades de vinculação, sistema de indicadores, incentivos, missão institucional, papel socioeconômico da universidade

*In the context of the elaboration of the Manual de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socioeconómico -or Manual de Valencia-, this paper offers a review of third mission policies as they have been developed in the United Kingdom for the last three decades. This country was the first to implement a system of financial incentives on the basis of an annual survey for the universities that carry out third mission activities. The aim of this paper is to offer a frame of reference for the ongoing efforts being developed in Ibero-America regarding the promotion, measurement and checking of third mission activities in its universities. One of our main conclusions is the need to design a system of indicators comprehensive enough for the universities to be able to reflect upon the variety of third mission activities in which they are engaged, regardless of how quantifiable are their results.*

96

**Key words:** *third mission activities, system of indicators, incentives, institutional mission, the socio-economic role of universities*

## Presentación

El Reino Unido es el primer país europeo que implementó de manera articulada políticas públicas específicas, mecanismos de financiamiento continuo y un sistema de indicadores para medir y premiar a las universidades que incorporen en su misión y función institucional a las actividades de vinculación de manera integrada, recursiva y recíproca respecto de sus tradicionales actividades de enseñanza e investigación.

“Tercera misión”, “tercera corriente”, “extensión”, “vinculación”, “impacto” y “compromiso” son las denominaciones más habituales con las que se hace referencia a aspectos diversos de todas las actividades que la universidad entabla con el público por fuera de la academia. La definición más aceptada y utilizada en el Reino Unido es la que se presentó en un estudio publicado en 2002 sobre dichas actividades en las universidades que conforman el denominado *Russell Group*.<sup>1</sup> Allí, se define a las actividades de vinculación (AV) como aquellas “relacionadas con la generación, uso, aplicación y explotación del conocimiento y de otras capacidades universitarias por fuera del entorno académico. En otras palabras, la Tercera Misión es acerca de las interacciones entre universidades y el resto de la sociedad” (Molas Gallart, 2012).

Esto es, de la misma manera que se definió a las AV en el marco del proyecto del Manual de Valencia, las modalidades más habituales que adopta la vinculación universitaria según la definición que se utiliza en el Reino Unido incluyen la comercialización de los resultados de la investigación (*start-ups*, incubadoras, patentes, uso de licencias), los contratos de investigación y consultoría, los programas de desarrollo profesional, todo tipo de colaboración con organizaciones públicas y privadas, la provisión de educación a audiencias externas, la contribución de académicos en eventos públicos y actividades culturales y el involucramiento en procesos de desarrollo comunitario y regional, entre otras (Watson *et al.*, 2016; Bekkers y Bodas Freitas, 2008; Hewitt-Dundas, 2012).

97

El proceso de acoplamiento que se dio en el Reino Unido entre objetivos de agenda política respecto del papel socio-económico que se le asigna a la universidad, y un conjunto de recursos financieros y humanos para la implementación de dichos objetivos, se enmarca en un contexto internacional de revisión del papel de la universidad en la sociedad en general. Como productora clave de nuevos saberes, el replanteo del papel social de la universidad surgió con la emergencia y consolidación de la economía basada en el conocimiento; esto es, la aceleración sin precedentes del ritmo y escala de creación y acumulación del conocimiento, proceso que trajo a esta institución al centro de la escena de la política pública (Brinkley, 2006). Nuevas perspectivas le fueron asignadas a este actor social, que fue adquiriendo creciente visibilidad a ojos de políticos y empresarios: se reforzó la misión de la universidad

---

1. Las universidades del *Russell Group* son aquellas que buscan diferenciarse del resto de las universidades (agrupadas en tres) por su misión de internacionalizar la investigación y garantizar los recursos necesarios para tal esfuerzo; por la atracción de académicos líder a nivel mundial; y por el objetivo de brindar una enseñanza de excelencia con miras a formar nuevas generaciones de egresados innovadores. Esta configuración surgió en 1994 (Hewitt-Dundas, 2012: 266).

como motor de la sociedad del conocimiento y, por lo tanto, agente clave de la dinamización, desarrollo y sustentabilidad de desarrollos económicos y sociales a nivel regional y nacional en una relación de colaboración y alianza –o de “triple hélice”– con el gobierno y la industria.<sup>2</sup>

Pero a pesar del creciente reconocimiento de la importancia de la universidad en la sociedad, el diseño de esquemas de recolección y generación de información sistematizada sobre la vinculación de la universidad con el medio a partir de indicadores específicos para tales actividades no ha sido tarea fácil de alcanzar. Ya en 2007 se destacaba que, a pesar de vastos y repetidos esfuerzos realizados para desarrollar un conjunto de indicadores para evaluar la naturaleza y el impacto de las AV en su entorno, los progresos en esa dirección tanto en el Reino Unido como en otros países de la Unión Europea eran, en el mejor de los casos, lentos (Molas Gallart y Castro Martínez, 2007: 321).

El alcance de este trabajo se limita, primero, a dar cuenta del fenómeno de la importancia creciente asignada a la vinculación de la universidad con el mundo extra-académico tal como comenzó a desarrollarse en las últimas tres décadas en el Reino Unido. El proceso allí iniciado, y que aún continúa en evolución, condujo a la actual articulación entre una política de gobierno, mecanismos estables de financiamiento y un sistema de evaluación anual que se aplica en todas las universidades del país. En segundo lugar, este trabajo presta especial atención al conjunto de indicadores escogidos para medir y monitorear las AV en las universidades británicas, con el objetivo de proveer un marco de referencia por fuera del espacio iberoamericano en el contexto del desarrollo del Manual de Valencia.

98

Siguiendo los mencionados objetivos, estructuramos el informe de la siguiente manera. En la primera sección presentamos una justificación de por qué estudiamos el caso británico de la vinculación universitaria. La segunda sección reconstruye la evolución reciente de la conceptualización de las AV tal como se desarrolló en este país desde el año 1993, fecha en que por primera vez dichas actividades fueron identificadas de manera explícita por el mismo gobierno como un aspecto relevante de la agenda política nacional.<sup>3</sup> La tercera sección presenta la evolución de los instrumentos políticos utilizados por el gobierno para la promoción de las AV que acompañaron los cambios en los objetivos políticos a propósito de las mismas. En la cuarta sección se estudia la estrategia de medición de las actividades de vinculación

---

2. El modelo de la triple hélice -conformado por los actores universidad, gobierno e industria- fue elaborado a mediados de los 90 para estudiar la economía basada en el conocimiento; re-elaboraciones mediante, este concepto sigue vigente hoy para entender la creciente racionalización de la universidad como motor del crecimiento y las múltiples sinergias que es capaz de generar en el plano económico, social y cultural a nivel local, nacional y global (Etzkowitiz y Leydesdorff, 2000; Lawton Smith y Waters, 2015).

3. La definición del marco temporal para la reciente agenda de gobierno británico respecto de las AV comenzando en 1993 surge de los resultados de investigación de Rosli y Rossi (2016). Las autoras reconstruyeron los hitos más importantes en la evolución del discurso político elaborado en torno a la agenda de la vinculación de las universidades, tal como se plasmó en un *corpus* de documentos de gobierno publicados en el marco temporal señalado.

en función de su definición y el impacto que la elección de indicadores para dicho fin tiene sobre la representación de estas actividades. En la quinta y última sección ofrecemos algunas consideraciones sobre la manera británica de medir y monitorear estas actividades y las lecciones que se pueden extraer de esta experiencia.

## 1. Por qué estudiar el caso del Reino Unido

En 1979, en el marco de una agenda política que comenzó a regular de manera pronunciada a las instituciones de educación superior, el gobierno conservador de turno envió por primera vez a las universidades el mensaje de que debían comenzar a generar nuevas fuentes de financiamiento a partir de su vinculación con la sociedad (Watson *et al.*, 2016: 156). Es así que la década del 80 marcó un punto de inflexión en la historia reciente de la universidad británica: un nuevo proceso de intervención gubernamental en la comunidad académica conduciría a la incorporación formalizada de las AV en las misiones y estrategias institucionales de las casas de altos estudios.

Si bien la preocupación del gobierno por articular una sinergia entre la universidad y la sociedad comenzó a manifestarse en los años 70 bajo el paradigma de la transferencia de tecnología al sector industrial, las primeras intervenciones respecto del nuevo desafío funcional planteado a la universidad no fueron sino erráticas y fragmentadas. Las autoras Ainurul Rosli y Federica Rossi señalaron recientemente que la primera vez que el gobierno expuso de manera clara sus aspiraciones respecto de las universidades como potenciales agentes de desarrollo económico y social, a partir de su vinculación con la sociedad, fue en un reporte gubernamental publicado en 1993 titulado “Dándonos cuenta de nuestro potencial: Una estrategia para la ciencia, la ingeniería y la tecnología” (Rosli y Rossi, 2016: 3). A partir de entonces se articularon políticas específicas y se dispusieron recursos humanos, organizacionales y financieros para el fomento de las AV con el objetivo de maximizar para el bien general de la sociedad el conocimiento que se almacena en las casas de altos estudios.

Como veremos con mayor detalle más adelante, la promoción de las AV se dio por medio de la instauración de incentivos financieros a la investigación académica que incluya en su agenda la generación de beneficios o generación de “impacto” socio-económico para la comunidad extra-académica. Puesto que los fondos para las AV terminaron situándose en igualdad de importancia que los fondos para enseñanza e investigación, presentamos el organigrama del gobierno en materia de financiamiento a la universidad para comprender el marco institucional en el que los fondos para las AV circulan.

Los fondos de investigación son establecidos por el Ministerio de Negocios, Innovación y Habilidades (*Department for Business, Innovation & Skills*) y administrados básicamente por dos organismos no departamentales: el *Research Councils UK* y las unidades de financiamiento. Los consejos de investigación que conforman el primer cuerpo gubernamental son siete en total, a través de los cuales

quedan representadas todas las disciplinas científicas.<sup>4</sup> Asimismo, estos consejos también distribuyen fondos a las universidades.

El segundo cuerpo a cargo de la administración de los fondos de financiamiento está compuesto por cuatro consejos que representan a los estados miembro del Reino Unido: el *Higher Education Council for England* (HEFCE), el *Higher Education Funding Council for Wales*, el *Scottish Funding Council* y el *Department of Employment and Learning Northern Ireland* (*Research Information Network*, 2010). La distribución de las universidades en los cuatro países es muy desigual, estando el 81% de ellas localizadas en Inglaterra.

Desde cada uno de estos organismos y en sus diferentes niveles de gerenciamiento se distribuye el presupuesto, se ejecutan las políticas gubernamentales de investigación científica y educación superior y se implementan las herramientas políticas de promoción y monitoreo de las AV.

En vistas del camino que llevan transitadas las políticas de vinculación en este país, la literatura sobre este tema es abundante; básicamente, se aborda de dos maneras: por un lado, se desarrollan estudios empíricos que dan cuenta de las especificidades de cada universidad en el proceso de implementación y medición de dichas actividades. Por otro, se elaboran modelos conceptuales que, trascendiendo el caso británico, se dedican a identificar diferentes aspectos del fenómeno de la vinculación de la universidad con el entorno.

100

Por último, es de destacar que la introducción del imperativo de generación de impacto socio-económico en la producción de conocimiento en el Reino Unido genera fuerte resistencia en parte de la comunidad académica. 2014 fue el primer año en que se implementó el sistema de evaluación del quehacer universitario aplicando la variable de impacto como la nueva condición de la investigación académica (Watermeyer, 2016). Como resultado de ello, la literatura generada en los últimos dos años sobre lo que algunos académicos se refieren como el proceso de transformación del ethos de la universidad de “torre de marfil” (productora de conocimiento desinteresado y en aislamiento) a “universidad emprendedora” (integrada y cómplice del gobierno, la industria y los negocios; deletérea y corrosiva de las condiciones de autonomía necesarias para la producción desinteresada de nuevos conocimientos) es profusa; sin embargo, este trabajo no dará cuenta de este aspecto.

---

4. *Arts and Humanities Research Council* (AHRC), *Biotechnology and Biology Sciences Research Council* (BBSRC), *Engineering and Physical Sciences Research Council* (EPSRC), *Economic and Social Research Council* (ESRC), *Medical Research Council* (MRC), *Natural Environment Research Council* (NERC) y *Science and Technology Facilities Council* (STFC).

## 2. Evolución reciente del paradigma británico de AV: 1993-2015 en tres etapas

Tres períodos son distinguibles en la historia reciente de la conceptualización y foco de AV en el Reino Unido, diferenciados en cuanto a objetivos políticos generales, objetivos específicos y recomendaciones para alcanzarlos (Rosli y Rossi, 2016: 3 *et passim*).

La primera etapa transcurre entre los años 90 y los primeros años de 2000. En este período el modelo de AV predominante tuvo por objetivo la generación de beneficios financieros derivados de la comercialización de la tecnología desarrollada en la universidad bajo la forma de patentes y licencias de uso y la firma de contratos de consultoría. Asimismo, el proceso de transferencia en este período tuvo como foco principal el surgimiento de iniciativas empresariales de base tecnológica surgidas de la universidad (EBT). Siguiendo el modelo de involucramiento con el mundo extra-académico de las ciencias exactas y las ingenierías, las universidades se consideraban agentes generadores y transferentes de tecnología al sector industrial/productivo en un proceso entendido como lineal.

Esta primera etapa en la evolución del paradigma británico de AV se vio superada por un ensanchamiento conceptual de la vinculación: en la década de 2000 el concepto de “transferencia de tecnología” se vio desplazado por la noción de “transferencia de conocimiento”. El nuevo modelo enfatizó ahora el aspecto colaborativo de la vinculación y la relación de doble flujo de la interacción de la universidad con la sociedad. Asimismo, en este período no sólo comenzó a ser reconocida la diversidad de canales por los que pueden desenvolverse las AV sino que todas las disciplinas académicas comenzaron ahora a ser consideradas como potenciales agentes ejecutores de la transferencia del capital científico, tecnológico, social y cultural que se almacena en las universidades a la sociedad.

101

Por otro lado, en este mismo período ingresan al campo de las AV actividades tales como la investigación colaborativa entre universidad y empresa, contratos de consultoría con el sector público y privado, la prestación de servicios de base tecnológica o el empleo de investigadores por parte del sector industrial/productivo, entre otros.<sup>5</sup> A su vez, se reconoce también el hecho de que, puesto que las universidades tienen perfiles académicos diferentes, cada institución está en condiciones de realizar contribuciones diferentes en materia de impacto socio-económico según su especialidad.

Siguiendo la tipología de la evolución del concepto de vinculación propuesta por Rosli y Rossi, el paradigma aún vigente de AV en el Reino Unido se impuso al inicio de la década de 2010. Según el mismo, se identifica a tales actividades ya no con la idea de mera “transferencia” de conocimiento de la universidad a la sociedad: las AV

---

5. Dos estudios relevantes sobre los diversos canales de la transferencia de conocimiento hacia el sector industrial, son: D'Este y Patel (2008) y Bekkers y Bodas Freitas (2008).

constituyen un campo de acción más amplio en el que las relaciones con una variedad de beneficiarios por fuera de la academia son de intercambio y colaborativas. Más aún, consideradas ahora como un actor clave más entre otros de un ecosistema de innovación, las universidades quedan comprometidas en un esfuerzo coordinado y a gran escala en el abordaje de complejos desafíos sociales y económicos. Para este fin, el gobierno introdujo un nuevo programa denominado Catapulta; se trata de la creación de centros de I+D que funcionan en red con el objetivo de transformar y potenciar, a partir del libre flujo de ideas y personal, la capacidad innovadora en áreas específicas con el fin de liderar el crecimiento económico (Rosli y Rossi, 2016: 4).

### 3. Evolución de los instrumentos políticos del gobierno para la promoción de las AV: 1993-2015

En paralelo a la evolución de la definición de las AV, se dieron cambios en el diseño de las herramientas y resortes para su promoción y fortalecimiento. A los fines instrumentales del presente trabajo, la distinción de dos etapas en la evolución de las políticas públicas respecto de estas actividades es suficiente para ilustrar las aspiraciones gubernamentales en relación a ellas; los años 1999 y 2001 marcan el inicio de cada una.

Si bien fueron múltiples las iniciativas implementadas desde mediados de la década del 70 para fomentar vinculaciones entre universidad e industria, se trató de emprendimientos autónomos e independientes.<sup>6</sup> El lanzamiento del primer fondo de financiamiento en 1999, el *Knowledge Exploitation Programme*, marca el inicio de la política de gobierno proactiva destinada a apoyar a las universidades en su involucramiento en AV de manera comprehensiva (Rosli y Rossi, 2014). En su conjunto, los instrumentos implementados para la aplicación de estos fondos apuntaron a desarrollar al interior de las universidades las capacidades necesarias para generar la interacción con la comunidad extra-académica; para ello fueron instauradas estructuras organizacionales específicas. Asimismo, se apuntó al desarrollo de una cultura de innovación que tienda a alinearse con las prácticas y objetivos del sector industrial/empresarial. Por último, se proveyó de capital semilla para la creación de EBT.

La segunda etapa en el desarrollo de paquete de medidas para las AV se inicia con la creación en 2001 del *Higher Education Innovation Fund* (HEIF). En esta etapa los diversos fondos existentes hasta el momento confluyeron en un fondo único y específico otorgado anualmente por dicho organismo.<sup>7</sup> La importancia de este cambio radica en que, por primera vez, se posiciona una fuente de financiamiento gubernamental exclusiva para la promoción de las AV como un componente más de

6. Para una lista detallada de dichas iniciativas, véase Rosli y Rossi (2016: 13, nota 6).

7. Para más detalle sobre los fondos existentes previos al surgimiento del HEIF, véase: Rosli y Rossi (2014: 18-19; 2016: 5-6).



la estructura de financiamiento de las universidades; esto es, se establece como un componente más junto con los fondos para enseñanza y para investigación. Como consecuencia en parte de la reducción, con el tiempo, de otras fuentes de financiamiento, el HEIF devendría una fuente de fondos de primer orden de importancia para las universidades.

Desde un comienzo, el mecanismo para acceder a los fondos que otorga el HEIF fue de base competitiva: las universidades debían presentar proyectos que se sometían a evaluación. Sin embargo, esta modalidad creaba una inestabilidad de largo plazo basada en la incertidumbre del resultado de la evaluación; esto impedía el desarrollo de estrategias para las AV de largo plazo (Molas Gallart y Castro Martínez, 2007: 324). 2006 marcó un cambio de rumbo en el mecanismo de asignación de dicho fondo: la distribución de financiamiento para AV dejó de depender de la evaluación de proyectos para convertirse en un fondo otorgado sobre la base del éxito en el desempeño de las AV evaluadas retrospectivamente. Casi en conformidad con las recomendaciones gubernamentales a la universidad, como la de 1979, mencionada anteriormente, el conjunto de indicadores escogidos para la medición de las AV evolucionó en un sentido crecientemente restringido. Esto es, con el tiempo los indicadores utilizados por la encuesta han tendido a centrarse en la recolección de información y medición de aquellas pocas actividades que generan ingreso para la universidad, la mayoría de las cuales están asociadas a temas científicos y tecnológicos, tal como se verá más adelante (Rosli y Rossi, 2016: 8 *et passim*).

La transición en el criterio de evaluación de AV para la asignación de fondos específicos, de competición de proyectos a evaluación de desempeño, fue paulatina: recién en 2011 el HEIF comenzó a adjudicar la totalidad de los fondos siguiendo el nuevo modelo. La justificación por parte de los organismos gubernamentales de este cambio de paradigma de evaluación se basó en el argumento de que la estrategia primera, basada en la competición de proyectos, servía a los fines de acompañar el proceso de instauración de estructuras ad hoc y de desarrollo de habilidades específicas relacionadas con las AV. Una vez cumplidos dichos objetivos, se adoptó el criterio de evaluación de AV basado en el desempeño con el fin ahora de posicionar a tales actividades en igualdad de importancia y condiciones que las actividades de enseñanza y de investigación (Rosli y Rossi, 2016: 6).

La asignación anual de fondos sobre la base de la evaluación de desempeño en retrospectiva permitió que las universidades adopten un acercamiento más estratégico respecto de la planificación de sus AV. Sin embargo, la medición retrospectiva erosiona la capacidad de las universidades de experimentar nuevas estrategias de vinculación, permitiendo el fortalecimiento institucional de aquellas universidades que cuentan con capacidades ya desarrolladas, y en consecuencia reforzando el status quo.

En cuanto a la evolución del monto asignado por el HEIF para las AV en universidades inglesas, éste pasó de un significativo incremento entre 2004 y 2008 respecto de años anteriores (más de 130 millones de libras esterlinas por año) a estabilizarse en un monto menor y actual de un poco menos de 120 millones de libras

esterlinas por año (Rosli y Rossi, 2014: 24). La relación entre el fondo (HEIF) y la encuesta (primero HEBI, luego HE-BCI) es clave, puesto que la información recolectada mediante ella provee la base para el cálculo de asignación de recursos, tal como veremos a continuación.

#### 4. Evaluación de las AV por medio de una encuesta anual: criterio y métrica

El establecimiento de fondos específicos de financiamiento para las AV en 1999 trajo la necesidad asociada de monitorear tales actividades. Al igual que con la evolución de los fondos, algunas encuestas preliminares sobre tales actividades comenzaron a surgir a mediados de la década del 90 de manera autónoma a cargo de algunas universidades. Las características principales de estas primeras encuestas fueron su fuerte énfasis en el relevamiento de aspectos cualitativos y la medición de interacciones regionales (Rosli y Rossi, 2014: 19). Estos relevamientos que surgieron de manera independiente constituyeron la base sobre la cual se desarrolló la encuesta oficial sobre AV que desde 2001 se aplica anualmente en todas las universidades del país.

La primera edición de la encuesta anual sobre AV fue lanzada en 2001; se llamó *Higher Education and Business Interaction* (HEBI) y relevó información sobre el período 1999-2000. La segunda edición de la encuesta, lanzada en 2002, relevó información para el período 2000-2001 conservando la misma estructura que la primera edición. La información sobre las AV recolectada en período 1999-2001 se estructuró temáticamente de la siguiente manera: estrategia y economía institucional; investigación colaborativa con el sector industrial/comercial; propiedad intelectual; consultorías; *spin-offs*; formación y vinculaciones del personal; y actividades de regeneración (Rosli y Rossi, 2013: 21).

En 2003, un reporte de gobierno elaborado por la Comisión de Ciencia y Tecnología recomendó al HEFCE que el relevamiento sobre AV no sólo tuviera por objetivo la promoción de estas actividades al interior de las universidades, sino que informara asimismo sobre aquellas actividades potencialmente clave para el desarrollo económico del país.<sup>8</sup> Para ello se recomendaba que se elaboraran instrumentos de medición apropiados para evaluar la eficacia de la vinculación prestando especial atención a todos los aspectos del desarrollo en la dimensión regional (Rosli y Rossi, 2014: 20; Rosli y Rossi, 2016: 4). La tercera edición de la encuesta se llamó *Higher Education, Business and Community Interaction* (HE-BCI) y relevó información sobre el período 2001-2002. La introducción esta nueva versión de la encuesta fue acompañada de la creación del fondo unificado de financiamiento para las AV, HEIF, presentado en el apartado anterior.

La encuesta HE-CBI aplicada en 2003 introdujo un cambio significativo en dos sentidos: en cuanto a la estructura del relevamiento y en cuanto al peso relativo

---

8. Hasta 2006 la encuesta fue coordinada por el HEFCE y desde 2008 por la Agencia de Estadística de Educación Superior (*Higher Education Statistics Agency* - HESA).

otorgado a un conjunto determinado de AV. En lo que respecta a la estructura de la encuesta, ésta fue dividida en dos partes, una de ellas (parte A) dedicada a recolectar información cualitativa respecto de las estrategias para las AV, la infraestructura disponible y el tipo de vínculo establecido en cada tipo de actividad (Rosli y Rossi, 2013: 21). La segunda parte de la encuesta se destinó a recolectar información cuantitativa (parte B), distribuida en cinco secciones. A saber:

1. Actividades relacionadas con investigación
2. Negocios y servicios a la comunidad
3. Regeneración y programas de desarrollo
4. Propiedad intelectual
5. Compromiso social, comunitario y cultural

Lo significativo del cambio en la estructura de la encuesta radica en el hecho de que, si bien la información recolectada no fue demasiado diferente de la que se relevó en la dos primeras ediciones de la encuesta, en la práctica reunir toda la información cuantitativa en una sección separada facilita potencialmente que ésta pueda ser desagregada de la información cualitativa acerca del contexto en el que aquella es generada, tal como lo han señalado Rosli y Rossi. Más aún, “se puede argumentar que esto facilitó la transición hacia un sistema en el cual la única parte que de hecho importa para la implementación de políticas [públicas para las AV] es la cuantitativa” (Rosli y Rossi, 2014: 20; y 2016: 8).

105

Asimismo, desde 2003 se fueron introduciendo cambios en la encuesta relacionados directamente con el tipo de AV que se buscaba promover desde los organismos gubernamentales. El mecanismo para ello consistió, básicamente, en la asignación de mayor o menor importancia relativa de determinadas AV mediante la selección de indicadores escogidos para medir y evaluar estas actividades.<sup>9</sup> Como consecuencia de este cambio, la medición de AV en el Reino Unido evolucionó en el siguiente sentido:

- Temas que ganaron prominencia:
  - Propiedad intelectual
  - Provisión de instalaciones y equipamiento
  - Provisión de servicios
  - Contratos de consultoría e investigación
- Temas que ligeramente perdieron representación:
  - Objetivos estratégicos
  - Formación de *spin-offs*
  - Programas de regeneración

---

9. Encuesta HE-BCI 2015/16.

- Temas que perdieron significativa representación:
  - Infraestructura y políticas para las AV
  - Provisión de habilidades para el desarrollo de AV

El desplazamiento de indicadores que miden temas relacionados con habilidades y políticas de AV e intercambio con beneficiarios a escala social, comunitaria y regional, así como también el ligero desplazamiento del foco de atención acerca de la formación de *spin-offs* en favor de indicadores que miden el desempeño en áreas del desarrollo científico y tecnológico, viene a reflejar una mayor atención, y por ende importancia, a aquellas pocas actividades que más probablemente generen ingresos para la universidad y promuevan logros en niveles de excelencia cuantificables a escala nacional (Rosli y Rossi, 2016: 7-8).

Desde 2012 los fondos para las AV se distribuyen pro rata de acuerdo al ingreso generado a partir del desempeño en estas actividades, tal como se mide en la parte B de la encuesta. A su vez, se estableció un umbral mínimo de ingresos generados a partir de la vinculación para que la universidad reciba fondos (250.000 libras esterlinas, año académico 2016-2017) (Rosli y Rossi, 2013: 7).<sup>10</sup> En términos de indicadores, el desplazamiento temático se observa en la preponderancia de la medición de aspectos cuantitativos, tangibles, cuantificables en ingresos generados.<sup>11</sup> Rosli y Rossi demostraron que, entre la primera edición de la encuesta que recolectó información sobre el año académico de 1999-2000 y la de 2013-2014, la porción de indicadores asignados al relevamiento de los aspectos cuantitativos de las AV pasó de 40% a 70% (Rosli y Rossi, 2016: 8). La medición de AV por ingreso generado constituye uno de los aspectos más problemáticos de la evaluación puesto que no necesariamente refleja de manera cabal el impacto socio-económico que pueden tener todos los tipos de AV en que las universidades son capaces de embarcarse.

106

## 5. Consideraciones para pensar el Manual de Valencia

Luego de presentar la evolución de los rasgos más característicos de la medición y el monitoreo de las AV en el Reino Unido, discutimos ahora algunas consecuencias señaladas por la literatura a propósito de este proceso y sus implicaciones para una representación precisa de estas actividades. Esto nos va a permitir evaluar las lecciones que se pueden extraer con miras a mejorar la eficacia del sistema de medición de AV en Iberoamérica desde los inicios mismos de su implementación.

En primer lugar, el criterio de desempeño medido a través de un conjunto de indicadores que prioriza la medición de aspectos cuantitativos de las AV deja en desventaja a las universidades que se embarcan en tipos de vinculación cuyo impacto socio-económico no se puede reflejar fielmente por medio de este tipo de indicadores;

10. Más información en: <http://www.hefce.ac.uk/pubs/year/2016/201609/>.

11. Para un análisis específico de la encuesta HE-BCI, véase Rosli y Rossi (2013).

tal es el caso, por ejemplo, de las artes y las humanidades. Asimismo, los indicadores que utiliza la encuesta que se aplica en el Reino Unido presta escasa atención a tipos de propiedad intelectual alternativos que producen las universidades y que no son protegidos por patentes, tales como *software*, películas o farmacéutica de acceso abierto, blogs, *wikis* o licencias comunes creativas. AV de este tipo requerirían una herramienta de medición que capture, por ejemplo, el nivel de compromiso con estas actividades tanto de la institución como por unidad del cuerpo docente y académico. Esto, a su vez, permitiría que diferencias en el valor de los indicadores puedan ser adjudicadas a diferentes niveles de compromiso y así premiar a las universidades que se desempeñan de manera más eficaz en la vinculación y no sólo a aquellas que generan mayor remuneración a partir de ella (Rosli y Rossi, 2013: 5).

Este punto nos lleva a otro tema de relevancia a instancias del proyecto del Manual de Valencia: el conjunto de indicadores escogidos para capturar el desempeño de las universidades en AV. Se puede decir que la experiencia británica, según han analizado los expertos, nos enseña que es necesario disponer de un conjunto suficientemente amplio de indicadores como para que las instituciones puedan reflejar la variedad de AV en las que se embarcan, independientemente de lo cuantificable de sus resultados. Por ejemplo, algunas formas de AV se realizan sin obtener ningún valor monetario a cambio, pero con un muy alto impacto en el plano social. Éste sería el caso, por ejemplo, de servicios prestados a la comunidad, la creación de vínculos sociales y comunitarios, la mejora del capital cultural o las mejoras de las cualificaciones profesionales de la fuerza de trabajo local, todas AV de bajo o nulo carácter remunerativo.

107

Por último, el análisis de los expertos sobre el caso británico ayuda a advertir sobre los riesgos de generar, a partir de un sistema de incentivos que tiende a premiar sólo cierto tipo de AV por sobre otras, un mecanismo que facilite la emergencia de “incentivos institucionales perversos (Rosli y Rossi, 2013: 6). Esto es, un mecanismo que, al premiar algunas AV y no otras, crea de manera implícita incentivos para que las universidades opten por embarcarse sólo en aquellas actividades que el sistema premia, a pesar de que no sean necesariamente éstas las actividades que generan tipos de vinculación más eficaces y beneficios sociales más importantes. Esta relación, que vemos como circular, a partir de una medición fuertemente sesgada hacia la captura de información sobre beneficios cuantificables generada por la institución a partir de sus AV, ha sido referida como un poderoso efecto performativo del sistema de indicadores en el comportamiento institucional (Rosli y Rossi, 2016: 2-3 y 2013: 20). El aspecto más crítico de este funcionamiento resulta del hecho de que los indicadores mismos son utilizados como guía para la distribución del financiamiento que las universidades reciben anualmente para la implementación de AV, como se mencionó anteriormente. Es decir, la relación entre los indicadores escogidos y el margen de habilidad que ellos dejan para que las universidades representen adecuadamente su desempeño en vinculación impacta de manera directa sobre las perspectivas financieras de las universidades (Rosli y Rossi, 2013: 3-4).

Para finalizar, este informe tuvo por objetivo ofrecer una aproximación al proceso de desarrollo de políticas públicas para las AV y un conjunto de herramientas organizacionales y financieras para su implementación en la historia reciente de la

universidad británica. El objetivo primero del trabajo fue el de acercar un marco de referencia alternativo al propuesto por el proyecto del Manual de Valencia, más allá de las similitudes que pueda haber en la elección de indicadores, tema que puede ser objeto de un estudio futuro complementario.

Asimismo, el interés en estudiar un caso avanzado en este proceso radica en el hecho de que emprendimientos contemporáneos en diferentes países de la región pueden iniciar su historia de generación de indicadores de AV (o afianzar su historia recientemente iniciada) evitando repetir algunas de las limitaciones señaladas a lo largo del trabajo. Teniendo presente las diferencias de contexto y antecedentes a partir de los cuales el sistema de medición se diseña, consideramos que es posible extraer algunas lecciones del caso británico. Por ejemplo, en primer lugar se destaca la importancia de evitar desagregar los aspectos cualitativos de los cuantitativos de la vinculación de modo de no perder de vista el contexto específico en el cual la información cuantificable se genera. Más importante aún, es necesario elaborar un sistema de indicadores lo suficientemente amplio que permita a las universidades reflejar el tipo de AV que realizan de acuerdo tanto a sus perfiles institucionales específicos como al contexto socioeconómico en el cual están insertas.

Esto, a su vez, nos lleva a otro tema de importancia: la necesidad de que el sistema de indicadores no se focalice exclusiva o predominantemente en la medición de desempeño y resultado en términos cuantificables, tales como el ingreso generado a partir de AV. Tal como se vio en el caso británico, esto no sólo resulta en el hecho de que sólo un tipo de universidades es capaz de representar, a través de los indicadores que ofrece el sistema de medición, la intensidad e impacto de la vinculación que llevan a cabo, sino que también transmite una imagen limitada de la vinculación. Por el contrario, el diseño de indicadores que logren capturar los aspectos más alejados de lo cuantificable no sólo habilita una representación más cabal de la vinculación en cada institución, independientemente de sus características específicas, sino que también hace posible que la medición capture el proceso completo de la vinculación y no sólo aspectos parciales de ella.

Habiendo dicho esto, es necesario subrayar que el ejercicio de extraer lecciones de una experiencia ajena tan disímil como la británica para Iberoamérica, sólo puede ser de utilidad si nos permite ahorrar algún tramo innecesario de ser transitado en el sinuoso camino de la institucionalización, no sólo de las AV sino también de su medición, monitoreo y promoción.

## Bibliografía

BEKKERS, R. y BODAS FREITAS, I. (2008): "Analysing knowledge transfer channels between universities and industry: To what degree do sectors also matter?", *Research Policy*, vol. 37, pp. 1837-1853.

BRINKLEY, I. (2006): *Defining the Knowledge Economy. Knowledge Economy Programme Report, Londres, The Work Foundation*. Disponible en: [http://www.theworkfoundation.com/assets/docs/publications/65\\_defining%20knowled ge%20economy.pdf](http://www.theworkfoundation.com/assets/docs/publications/65_defining%20knowled ge%20economy.pdf).

D'ESTE, P. y PATEL, P. (2008): "University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?", *Research Policy*, vol. 36, pp. 1295-1313.

ETZKOWITZ, H. y LEYDESDORFF, L. (2000): "The dynamics of innovation: From national systems and 'Mode 2' to a triple helix of university-industry-government relations", *Research Policy*, vol. 29, pp. 1098-1123.

HEWITT-DUNDAS, N. (2012): "Research intensity and knowledge transfer activity in UK universities", *Research Policy*, vol. 41, pp. 262-275.

LAWTON SMITH, H. y WATERS, R. (2015): "Regional synergies in triple helix regions: The case of local economic development policies in Oxfordshire, UK", *Industry & Higher Education*, vol. 29, n° 1, pp. 25-35.

109

RESEARCH INFORMATION NETWORK (2010): *Making sense of research funding in uk higher education - Research Information Network Factsheet*. Disponible en: [http://www.rin.ac.uk/system/files/attachments/Making\\_sense\\_of\\_funding.pdf](http://www.rin.ac.uk/system/files/attachments/Making_sense_of_funding.pdf).

MOLAS GALLART, J. (2002): "Measuring third stream activities", *Final Report to the Russell Group of Universities, Science Policy Research Unit (SPRU)*, University of Sussex.

MOLAS GALLART, J. y CASTRO MARTÍNEZ, E. (2007): "Ambiguity and conflict in the development of 'Third Mission' indicators", *Research Evaluation*, vol. 16, n° 4, pp. 321-330.

ROSLI, A. y ROSSI, F. (2013): "Indicators of university-industry knowledge transfer performance and their implications for universities: Evidence from the UK's HE-BCI survey", *CIMR Research Working Papers Series, n° 13, Birkbeck University*, pp.1-24. Disponible en: <http://www.bbk.ac.uk/innovation/publications/docs/CIMR-WP-13.pdf>

ROSLI, A. y ROSSI, F. (2014): "Explaining the gap between policy aspirations and implementations: The case of university-knowledge transfer policy in the United Kingdom", *CIMR Research Working Papers Series, n° 20, Birkbeck University*. Disponible en: <http://www.bbk.ac.uk/innovation/publications/docs/WP20.pdf>.

ROSLI, A. y ROSSI, F. (2016): "Third-mission policy goals and incentives from performance-based funding: Are they aligned?", *Research Evaluation*, pp. 1-15. Disponible en: <http://rev.oxfordjournals.org/content/early/2016/06/16/reseval.rvw012.full.pdf>.

WATERMEYER, RICHARD (2016): "Impact in the REF: Issues and obstacles", *Studies in Higher Education*, vol. 41, n° 2, pp.199-214.

WATSON, D. *et al.* (2016): "Trick or treat: Academic buy-in to third stream activities", *Industry and Higher Education*, vol. 30, n° 2, pp. 155-167 y 155-156.



**Ignorancia, educación y propaganda.  
Claves para una crítica de la cultura científica y tecnológica**

**Ignorância, Educação e Propaganda.  
Chaves para uma Crítica da Cultura Científica e Tecnológica**

***Ignorance, Education And Propaganda.  
Keys To A Critique Of Scientific And Technological Culture***

Jósean Larrión \*

Este artículo analiza la controversia sobre la viabilidad de los alimentos transgénicos, con el fin central de entenderla, no de resolverla. Inicialmente, se muestra cómo en este contexto los factores sociales suelen juzgarse perjudiciales porque se los considera sucios, impuros y contaminantes. Después se exponen los supuestos y las implicaciones del modelo del déficit cognitivo, que es un enfoque teórico utilizado tradicionalmente en los estudios sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología. A continuación, se constata la creciente presencia de la ciencia posacadémica y cómo, en este nuevo escenario, el neoliberalismo puede estar coartando la investigación pública y el pluralismo democrático. La ciudadanía más activa y responsable suele pretender estar bien informada, pero esta aspiración es cada vez más difícil de realizarse debido a que ciertos conflictos sociales se traducen en conflictos entre sistemas expertos. Por ende, se propone complementar la perspectiva positivista, que aquí es la dominante, atendiendo a las perspectivas materialista y cultural. Ello permitirá esclarecer los objetivos de los principales colectivos implicados en tales enfrentamientos. Es decir, si estos colectivos buscan educar al público para que sea libre, responsable y esté bien informado, o persuadirle con propaganda cognitiva para que tolere, apruebe y consuma los respectivos servicios y artefactos.

**Palabras clave:** controversias científicas, cultura científica, alimentos transgénicos, sociología de la ciencia y la tecnología

---

\* Departamento de Sociología, Facultad de Ciencias Humanas y Sociales, Universidad Pública de Navarra, España. Correo electrónico: josean.larrion@unavarra.es.

Este artigo analisa a controvérsia sobre a viabilidade dos alimentos transgênicos, visando especialmente compreendê-la e não resolvê-la. Inicialmente, mostra-se como, nesse contexto, os fatores sociais costumam ser julgados como prejudiciais, por serem considerados sujos, impuros e poluentes. Depois, são apresentados os supostos e as implicações do modelo do déficit cognitivo, abordagem teórica tradicionalmente utilizada nos estudos sobre a percepção pública da ciência e da tecnologia. A seguir, constata-se a crescente presença da ciência pós-acadêmica e como, neste novo cenário, o neoliberalismo pode estar restringindo a pesquisa pública e o pluralismo democrático. A cidadania mais ativa e responsável se pretende, com frequência, bem informada, mas esta aspiração se torna cada vez mais difícil devido a que certos conflitos sociais se traduzem em conflitos entre sistemas especializados. Portanto, propõe-se complementar a perspectiva positivista, aqui dominante, atendendo às perspectivas materialista e cultural. Isto permitirá estabelecer os objetivos dos principais coletivos envolvidos nesses enfrentamentos. Isto é, se esses coletivos procuram educar o público para que este seja livre, responsável e esteja bem informado, ou persuadi-lo com propaganda cognitiva para que tolere, aprove e consuma os respectivos serviços e artefatos.

**Palavras-chave:** controvérsias científicas, cultura científica, alimentos transgênicos, sociologia da ciência e da tecnologia

*This paper examines the controversy over the viability of transgenic foods, in an attempt to understand and not to resolve this issue. Initially, it describes how, in this context, social factors tend to be perceived in a negative manner, since they are often considered to be dirty, unclean and contaminating. Next, the assumptions and implications of the cognitive deficit model are presented, as this theoretical approach has been traditionally used in studies on public perception of science and technology. Afterwards, the growing presence of post-academic science is discussed, as well as how, in this new scenario, neo-liberalism may obstruct public research and democratic pluralism. Active and responsible citizens can try to be well informed, but this is an increasingly difficult task, given that certain social conflicts have become parallel conflicts between expert systems. Finally, it is suggested that the positivist perspective, which is the dominant perspective here, can be complemented by materialist and cultural perspectives. This allows us to clarify the objectives of the main groups involved in these controversies. In other words, it determines whether or not these groups attempt to educate the public in order to ensure that they are free, responsible and well informed, or if they actually wish to persuade them with cognitive propaganda so that they shall tolerate, approve and consume the respective services and artifacts.*

**Key words:** scientific controversies, scientific culture, transgenic foods, sociology of science and technology

## 1. La ciencia, sus ideales y sus prácticas

La ciencia tiene sentido, o verdadero sentido, según dirían los filósofos formalistas, en la medida en que dispone de un exitoso método, el método científico. Su valor superior, pues, no residiría en las mentes más o menos privilegiadas de sus hacedores sino en las reglas, lógicas pero también normativas, como advertirán los sociólogos funcionalistas, de su particular estrategia de indagación. La racionalidad científica, la práctica experimental y el marco institucional que las protege y las consolida, entonces, serían los mecanismos centrales responsables del avance, laborioso pero constante, en la producción y la validación del auténtico conocimiento científico (Popper, 1962; Merton, 1992).

No obstante, bien cabe preguntarse en qué grado ese ideal, de por sí abstracto y ahistórico, se corresponde con el quehacer investigador efectivo. Es decir, hasta qué punto esa aspiración procedimental, sin duda útil e incluso loable, es capaz de soportar el hecho de que vivir en sociedad es vivir en consenso y armonía, pero también en disenso y confrontación.

La filosofía popperiana, justamente, asevera que la ciencia se halla en una revolución permanente, dado que todas sus conjeturas teóricas serían sometidas de continuo a esclarecedores intentos de refutación empírica. Aunque, desde la historia y la filosofía no formalista, se ha precisado que, en la práctica científica, es habitual tanto la más crédula aceptación (intra-paradigmática) como el más severo escepticismo (inter-paradigmático) (Kuhn, 1995; Feyerabend, 1989). El consenso científico sí existe y desempeña una función relevante, pero la sociología bien puede mostrarnos que tal vez su requerido protagonismo social y académico sólo se produzca a expensas de ser contextual, provisional y, en definitiva, controvertido (Bloor, 1998; Beltrán, 2000; Bourdieu, 2003).

113

Ha ido modificándose así nuestra manera de concebir la ciencia, atendiendo ya no solo a sus ideales abstractos, popperianos y mertonianos, sino también, e incluso muy especialmente, a sus prácticas efectivas. Ello ha permitido, particularmente de la mano de las más recientes sociologías del conocimiento, la ciencia y la tecnología, cuestionar los esencialismos de los clásicos binomios de: ciencia vs. sociedad, expertos vs. legos, o conocimiento vs. opinión/creencia/superstición. Crítica de fondo de esos abstractos esencialismos que al parecer aún no se ha tomado suficientemente en consideración por la mayor parte de los estudios sobre la cultura, la educación y la comunicación pública de la ciencia y la tecnología. Evidenciar los motivos que respaldan tanto la crítica de ese tipo de enfoques tradicionales como la conveniencia de su reformulación contextual e interpretativa, por ende, se convertirá en el objetivo principal de la presente investigación.

Para abordar estas cuestiones, en concreto, en este trabajo se propondrá analizar la controversia erigida en torno a la viabilidad de los alimentos transgénicos, si bien lo haré con el fin central de entenderla (sociológicamente), no de resolverla (ni científica, ni técnica, ni políticamente). Así, inicialmente, se mostrará cómo los factores sociales, en especial los intereses y los valores, suelen juzgarse en este tipo de ámbitos de discusión como perjudiciales porque se los considera, desde un punto

de vista simbólico, particularmente sucios, impuros y contaminantes. Después, se expondrán los supuestos y las implicaciones del modelo del déficit cognitivo, que es un enfoque teórico utilizado tradicionalmente en los estudios sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología. A continuación, se constatará la creciente presencia de la ciencia posacadémica, las tensiones en aumento entre los ethos científico y empresarial, y cómo, en este nuevo escenario, el neoliberalismo puede estar coartando o restringiendo la investigación pública y el pluralismo democrático.

En consecuencia, se comprenderá que, sobre todo en casos tan disputados como el de los transgénicos, habitados en efecto por importantes riesgos, ambivalencias e incertidumbres, la ciudadanía más activa y responsable pretenda estar bien informada. El problema es que ese tipo de aspiración es cada vez más difícil de realizarse, debido especialmente a que muchos de los conflictos con mayor alcance social y ambiental se traducen en conflictos paralelos entre sistemas científicos y técnicos expertos. Con posterioridad, examinaremos los tres escenarios alternativos que abre la perspectiva positivista, que aquí aún hoy sigue siendo la dominante, y propondremos complementarla atendiendo a otras dos perspectivas, a las que denominaremos, respectivamente, materialista y cultural. Ello nos permitirá reflexionar críticamente sobre los objetivos que declaran y persiguen en la práctica los principales colectivos sociales implicados en casos como el aquí presentado. Es decir, si sobre todo los colectivos expertos y de divulgación más directamente involucrados en estos enfrentamientos buscan: o educar al público para que sea libre, responsable y esté bien informado, o persuadirle con propaganda cognitiva para que tolere, apruebe y consuma los respectivos servicios y artefactos. Se cerrará el trabajo con unas observaciones a modo de resumen y conclusiones finales.

114

## **2. Las perspectivas positivista, materialista y cultural**

Conocer las causas y los efectos del consenso científico parece a todas luces indispensable. En particular, para esclarecer por qué aún en nuestros días, a pesar de decididos y coordinados esfuerzos, persisten múltiples e intensas polémicas tecnocientíficas. Hacerse esta pregunta es importante para el saber de los científicos, sociales y naturales, pero también para el del resto de la ciudadanía. Vivas polémicas socioculturales y tecnocientíficas, de hecho, siguen librándose en torno a las posibles consecuencias adversas de múltiples productos del actual entramado científico y tecnológico. Así ocurre, recordemos, en muchos contextos relacionados con la alimentación, la medicina, la energía nuclear, el calentamiento global, las antenas de telefonía móvil o, como aquí muy en particular nos detendremos, los organismos modificados genéticamente (OMG).

Con el propósito de ahondar en estas temáticas, pues, fijaremos nuestra atención en la discusión sobre los posibles efectos adversos derivados de la libre circulación global de los OMG. Si bien aquí no se buscará dilucidar qué posición científica y técnica lleva más razón o es más beneficiosa social, política, comercial o ambientalmente. Esas tareas son primordiales, sin duda, pero quizá no correspondan tanto a la sociología como a los colectivos expertos y sociales en general más directamente implicados y comprometidos en dicha controversia. Nos limitaremos, por

tanto, a procurar entender la existencia y la persistencia de unas posiciones tecnocientíficas y socioculturales divergentes e incluso contradictorias sobre los posibles efectos negativos derivadas de la libre proliferación mundial de dichos OMG (Larión, 2005).

Se presentarán, así, tres perspectivas interpretativas alternativas que, si bien en ocasiones pueden ser complementarias, también pueden ser excluyentes. Serán, pues, tres líneas de investigación diferenciadas desde donde observar el quehacer de nuestros científicos y técnicos y hacia donde orientar futuros trabajos teóricos y empíricos muy particularmente en el ámbito de la sociología del conocimiento, la ciencia y la tecnología.

Claro que, con esta propuesta, no se busca agotar todas las posibilidades analíticas sino dar cuenta de los principales enfoques de interpretación. Así, no se pretende recopilar todas las interpretaciones imaginables sino, antes bien, expresar lo que pudiera resultar más importante o esclarecedor. En efecto, la ciencia no debiera intentar reproducir la realidad de un modo exacto y completo, tarea infecunda además de irrealizable, sino simplificarla a lo fundamental para proponer modelos interpretativos que, en lo posible, puedan contribuir a ubicarnos y orientarnos (Borges, 1981: 143-144).

Se sostendrá, pues, que la posible clausura futura de esta controversia podría ser percibida como: 1) básicamente racional y empírica; 2) principalmente interesada y sujeta a relaciones de poder; o 3) esencialmente cultural, valorativa o ideológica. Así, la perspectiva positivista, que en este trabajo más en detalle problematizaremos, sostiene que, si por ejemplo aún no se ha cerrado la discusión sobre los transgénicos, ello se debería sobre todo a ciertas carencias cognitivas, sean estas racionales o empíricas. La perspectiva materialista, en cambio, afirma que si todavía no se ha producido esa clausura ello se debería a que se estaría en presencia de un sólido conflicto entre intereses sociales divergentes e incluso contradictorios. La perspectiva cultural, a su vez, reivindica la conveniencia de superar las perspectivas positivista y materialista dada la presencia de una fuerte tensión entre las ideas, los valores, las creencias, los significados o las principales visiones del mundo en competencia.

Más tarde continuaremos con el análisis de estas tres perspectivas, pero pasemos ahora a examinar el trasfondo simbólico que da sentido a la concepción heredada del conocimiento, para luego dar cuenta de los supuestos y las implicaciones del modelo del déficit cognitivo, tan característico aún en los estudios sobre la percepción pública de la ciencia y la tecnología.

### **3. Ciencia y pureza, sociedad y suciedad**

La metáfora más recurrente aquí movilizada suele ser la que da a entender que la pura verdad, por sí misma, finalmente siempre “sale a flote”, “se descubre” o “se abre camino”. Es una visión muy afín a la clásica teoría platónica del saber y también, mucho más recientemente, a la así llamada concepción heredada o tradicional del conocimiento (Putnam, 1989). Según esta imagen positivista, pues, no serían los

expertos quienes discuten, acuerdan y estabilizan cuál podría ser la auténtica verdad del mundo, social y natural. En coherencia con los enfoques formalistas y funcionalistas, y en claro contraste con los relativistas y constructivistas, serían los expertos quienes, aplicando las reglas lógicas y normativas del método científico y su marco institucional, se encuentran con una verdad robusta y necesaria que preexiste y se manifiesta a través de ellos como sus legítimos mediadores e intérpretes (Easlea, 1981).

Según esta concepción, entonces, los expertos respectivos se reúnen, extraen y examinan las evidencias oportunas únicamente con arreglo a su muy recta razón y su casi infalible experimentar. Ellos serían los legítimos mediadores entre el mundo humano de las palabras y el mundo no humano de las cosas. Esos sistemas expertos, pues, encarnarían la única, segura y privilegiada fuente de acceso a eso que damos en llamar el mundo real. Fruto de ese quehacer, laborioso pero provechoso, sería el consenso científico, requisito poco menos que ineludible para la ulterior legitimación de la articulación sociopolítica. De ahí que resulte de interés analizar, para nuestro caso, si la controversia sobre la viabilidad de los transgénicos podría entenderse en exclusiva como un problema de insuficiencias racionales o empíricas (que pudiera implicar de inicio a expertos, pero también aunque con posterioridad a divulgadores, empresarios, políticos, grupos ecologistas y demás ciudadanos).

La habitual imagen de pureza de la ciencia, su método y sus instituciones, pues, sería el necesario complemento simbólico de la también habitual imagen de impureza de la vida en sociedad. La ciencia será exitosa, se nos da a entender, justo en la medida en que sus hacedores no se dejen contaminar por ciertos factores (en especial, por los intereses y los valores sociales) supuestamente ajenos a la racionalidad científica y la práctica experimental. El pretendido control y destierro (material y simbólico) de esos factores sociales contaminantes, en suma, permitiría concebir a la ciencia como el conjunto de los saberes ciertos, y a la tecnología como el efecto inevitable de su estricta aplicación instrumental (Douglas, 1991; Lizcano, 1988).

Sólo tras esos pronunciamientos expertos, se supondrá, los grupos sociopolíticos se encargarían de tomar (ahora con mayor legitimidad) las respectivas decisiones en materia de gestión y comunicación. El buen conocimiento, fiable, especializado y socialmente descontaminado, sería entonces concebido al margen del gobierno, la utilización y la difusión de tal conocimiento. Se comprende así ese empeño en separar hechos y deberes, ciencia y política y, por extensión, evaluación científica de riesgos (*risk assessment*) y gestión política de riesgos (*risk management*). La agenda sociopolítica quedaría fijada, pues, justo en la medida en que los expertos proporcionasen ese conocimiento tenido por fiable, neutral y des-socializado. Hecha esa supuesta labor de purificación, de acuerdo por tanto con la información ya suministrada por los asépticos expertos, serían esos otros grupos sociopolíticos quienes, solo después, administrarían y comunicarían los cursos de acción a emprender en virtud de sus propios intereses y valores compartidos (Latour, 1993; Jasanoff, 1995; López y Luján, 2000).

#### 4. El modelo del déficit cognitivo, supuestos e implicaciones

El modelo del déficit cognitivo, ciertamente, se presenta aquí como un subproducto de la perspectiva positivista más general. Aunque éste se centra no en las posibles deficiencias cognitivas de ciertos expertos, que también podrían producirse, sino más bien en las del gran público. Es, en concreto, un enfoque teórico tradicionalmente utilizado para dar cuenta de las relaciones entre tres elementos principales, a saber: 1) la ciencia y la tecnología, 2) el gran público, y 3) las así llamadas interfaces comunicacionales. El núcleo de este modelo sostiene, en particular, que la carencia en el público de auténtico conocimiento es el factor que mejor explica su oposición a ciertos productos tecnocientíficos. De modo que si la ciudadanía rechaza determinados servicios o artefactos tecnocientíficos, se supondrá que ello se debería a que estos servicios o artefactos no han sido adecuadamente comunicados (por los expertos y los divulgadores) o entendidos (por la propia ciudadanía).

*“The more you know, the more you love it”* es, de hecho, el principal axioma en el que este modelo se fundamenta (Bauer, 2009). En síntesis, pues, se considera que a más ignorancia mayor oposición, y que a más conocimiento mayor aceptación. Es un modelo teórico en exceso positivista, unidireccional e ideológico, desarrollado entre los años 60 y 80, y que aún hoy sigue siendo central en los estudios sobre la cultura, la educación y la comunicación científica y tecnológica (Kreighbaum, 1967; Dornan, 1989; Miller, 2001; Bauer, 2009).

También para el caso de los alimentos transgénicos, según este modelo, el conocimiento fomentaría en el público conductas de aceptación. Mientras, su ignorancia provocaría en el público actitudes de temor, recelo u oposición. La meta principal de este modelo, pues, sería detectar, para luego corregir, ese al parecer nocivo analfabetismo científico del gran público. Existiría, por tanto, una fuente suprema de conocimiento o de autoridad cognitiva, la cual sólo podría residir en los científicos, sus métodos y sus instituciones. De ahí que muchos analistas sociales consideren oportuno reconocer, con menos o más matices, la existencia ya de partida de una brecha cognitiva cualitativa, o asimetría epistémica objetiva, entre: ciencia y sociedad, expertos y legos, o conocimiento y opinión/creencia/superstición (Roqueplo, 1983; Cortassa, 2010).

La génesis, el desarrollo y la consolidación de la controversia sobre los transgénicos podrían entenderse así como los efectos forzosos de ciertas carencias racionales o empíricas. Si existen ciertos expertos y ciudadanos que rechazan a los transgénicos, se supondrá, sería sobre todo porque unos y otros adolecen de ese tipo de insuficiencias. La solución más adecuada a tales cuestiones que aquí se propondrá será, pues, que los problemas sobre la viabilidad de estos nuevos alimentos deban dejarse siempre y únicamente en manos de los auténticos expertos, de sus depurados métodos de trabajo y de sus venerables instituciones.

Sobre este mismo caso controvertido, de hecho, no pocos investigadores sostienen que su resolución debería pasar por dejar al margen los elementos supuestamente extracientíficos o no epistémicos. Esos factores, se insiste, sólo serían concebibles para muchos colectivos, expertos y legos, como fuente de nociva impureza o

peligrosa contaminación. Como, por ejemplo, han concluido en su estudio Moreno e Iáñez: “El debate solo tendrá contenido si los implicados hacen un esfuerzo por definir las respectivas posiciones y, tras la retórica, las metáforas y la demagogia, se muestran dispuestos a argumentar racionalmente” (Moreno e Iáñez, 1997: 313).

## 5. Ciencia pública o privada, académica o posacadémica

Empero, frente a ese tipo de concepciones, consideramos que el debate sobre los transgénicos cuestiona los fundamentos sobre los que se sustenta la presunta validez del aludido modelo del déficit cognitivo. Y es que, en casos como el de los transgénicos, la amplia flexibilidad interpretativa observable no parece provenir únicamente de esas supuestas carencias racionales o empíricas. Así, la actual situación de riesgo, ambivalencia e incertidumbre imperante, consecuencia de la enorme dificultad para generar diagnósticos fiables y unánimes sobre el comportamiento de sistemas físicos altamente abiertos, dinámicos y complejos, como en este caso, hace evidente la presencia estructural (es decir, ni accidental ni anecdótica) de ciertos intereses y valores sociales considerados, en principio, como extracientíficos o no epistémicos (Beck *et al.*, 1997; Wynne e Irwin, 1996).

En sintonía con esas dificultades, de hecho, existen en nuestros días claros indicios de la creciente presencia de ciertas tendencias en la ciencia que algunos analistas sociales han adjetivado como modo 2 (Gibbons *et al.*, 1994; Nowotny *et al.*, 2001), reguladora (Jasanoff, 1995), posnormal (Funtowicz y Ravetz, 1993) o posacadémica (Ziman, 2000). Las formas de producir ciencia, y de organizar universidades, laboratorios y otros centros de investigación, están siendo objeto de profundas y constantes transformaciones. Estaría cambiando la ciencia, sus productos y sus procesos de producción, y estaría cambiando igualmente la sociedad que la financia, la utiliza y por ella se ve afectada. El conocimiento abierto y público (académico) está siendo así gradualmente desplazado por sistemas de patentes y derechos de propiedad intelectual (posacadémicos). Es, pues, una auténtica revolución tecnocientífica que no se refiere tanto a ciertos cambios epistemológicos y metodológicos, que también, como a una gradual alteración en las prácticas de solicitud, desarrollo y gestión de esos saberes y artefactos (Echeverría, 2003).

Por ello, el interés común tendría aquí muchos más problemas para abrirse camino entre toda esa densa y creciente maraña de intereses particulares. Así, dicho en lenguaje mertoniano, la creciente colonización de la ciencia por la economía estaría erosionando el ethos científico en favor del ethos empresarial. Justamente, parece muy poco errado diagnosticar que, en las últimas décadas, se estaría produciendo una progresiva permeabilidad del quehacer tecnocientífico a las demandas comerciales, políticas y normativas en general de los principales actores sociales contemporáneos (Jiménez y Ramos, 2009).

Sin embargo, tales inercias no deberían hacernos pensar que, en una situación que no esté sujeta a tan férreas presiones sociales, la presencia de estos intereses y valores pudiera ser muy débil o incluso insignificante. De hecho, este diagnóstico también es aplicable a otras situaciones definidas quizá más acertadamente en el



contexto de una ciencia modo 1, pública, normal o académica. Es sólo que, como en el debate sobre los transgénicos, en ciertas ocasiones son más blandos los hechos científicos y técnicos y más duros los compromisos materiales e ideológicos (Jasanoff, 1995). Así, la vigencia de esta fuerte presión social y de estos elevados niveles de riesgo, ambivalencia e incertidumbre sobre los posibles efectos adversos de los transgénicos sólo haría más evidente a la percepción la presencia estructural de estos factores en apariencia ajenos a la labor efectiva de los sistemas expertos.

Para no pocos observadores, pues, la ciencia actual se está convirtiendo, paulatinamente, en un bien utilitario al servicio de ciertos intereses y valores particulares. La duda que aquí se nos plantea es, por tanto, si la investigación creativa, pluralista, intelectualmente motivante y económicamente no doblegada habría dejado de ser la norma para convertirse en la excepción. Las convenciones y los preceptos tácitos que estimulan y protegen a la ciencia académica, como dirían los sociólogos mertonianos, estarían cada vez más en conflicto con esas otras reglas de juego que imperan en la industria tecnocientífica. Se comprende, por ello, a quienes demandan que nuestra cada día más escuálida ciencia académica deba desempeñar un papel mucho más crítico, activo y responsable: 1) en la generación de saberes no subordinados por completo a la exclusiva rentabilidad monetaria; y 2) en la defensa de los principios y los intereses del bien común, la sociedad civil y el pluralismo democrático (Beck *et al.*, 1997; Ziman, 2000; Iranzo, 2002; Pavone, 2012).

## 6. Riesgos, ambivalencias e incertidumbres

119

Todo se complica, además, cuando estamos en presencia de escenarios habitados por importantes riesgos, ambivalencias e incertidumbres. De ahí que, en especial en tales casos, el público más atento, activo y responsable pretenda estar bien informado y actuar en consecuencia (Díaz y López, 2007). El problema concreto es, pues, que por ejemplo la polémica sobre los transgénicos aún no ofrece signos claros de una resolución futura resultado del exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y la práctica experimental. Y es que, al parecer, los estudios empíricos originales publicados sobre la seguridad de los transgénicos para los seres humanos, los animales y el medio ambiente seguirían siendo escasos e inconcluyentes. La revisión de las principales bases de datos internacionales, en efecto, revelaría que son insuficientes los trabajos originales independientes (es decir, que al menos no dependan de las propias empresas biotecnológicas aquí implicadas) que aborden aspectos centrales sobre la seguridad alimentaria y medioambiental de los OMG (Wolfenbarger y Phifer, 2000; Domingo y Bordonaba, 2011).

La ausencia de certidumbre, así, parece impregnar la mayoría de los debates sobre la viabilidad de los OMG. Es por ello significativo que ambas posiciones en controversia discrepen precisamente sobre si, en verdad, este caso expresa una situación de incertidumbre científica. Los grupos pro-transgénicos descartan verbalmente casi todo posible foco de incertidumbre. Mientras, los grupos anti-transgénicos solo parecen tener la certeza de los múltiples y relevantes focos de incertidumbre atribuibles a estos alimentos. Por tales motivos se constata que la ciencia efectiva no es ni debería comunicarse al gran público como un conjunto de

saberes inherentemente fiable, compacto y aproblemático. Lo cual, nuevamente, nos lleva a aseverar que el comentado modelo del déficit cognitivo quizá no ofrezca un marco interpretativo muy plausible o satisfactorio para entender controversias como la abierta en torno a la viabilidad de los OMG.

Pero el modelo del déficit cognitivo está tan arraigado en nuestras sociedades que hasta suele movilizarse por las distintas posiciones en controversia. Así, en tales litigios no parece esencial saber quiénes piensan, hablan y actúan, pues el principal argumento legitimador parece ser casi idéntico. La causa de que existan individuos y grupos que se oponen a ciertos hechos y artefactos, se supondrá, es que estos carecerían de información competente. Se descuida entonces la dimensión social del conocimiento y, en concreto, la naturaleza flexible, revisable, contingente y controvertible de los pronunciamientos científicos. El problema es que aquí se está discutiendo, precisamente, sobre qué información es válida y relevante. Y, más en particular, sobre por qué causas efectivas, usualmente no explicitadas al gran público, unos expertos reconocen una información como válida y relevante mientras otros expertos, tan solventes en principio como los anteriores, catalogan esa misma información como incorrecta, deficiente o insignificante (Shapin, 1992; Yearley, 1994).

Debe indicarse, igualmente, que ha sido objeto de discusión el pretendido fuerte respaldo empírico del modelo del déficit cognitivo. Suele aseverarse de continuo que es palpable el desconocimiento social de ciertos aspectos tecnocientíficos relacionados con los OMG. Empero, es revelador que a medida que crecen en el público los conocimientos sobre estas cuestiones aumentan también los recelos ante estos nuevos alimentos. Así, por ejemplo, los ciudadanos europeos con mayor nivel educativo o formativo son asimismo los que más rechazan consumir como alimentos dichos transgénicos. Tales suelen ser los casos de países como Alemania, Austria, Dinamarca, Luxemburgo, Reino Unido o Suecia. Son muchas las encuestas hechas al público sobre sus percepciones y actitudes ante estas nuevas biotecnologías. Empero (aunque por supuesto que no siempre son inocentes las metodologías empleadas en estas encuestas, ni unánimes las interpretaciones de sus resultados), todo parece indicar que la oposición ciudadana al consumo de alimentos transgénicos no es, en ningún caso, la consecuencia simple y necesaria de la pura ignorancia sobre ciertas cuestiones científicas o técnicas (Eurobarometer 341, 2010).

## **7. Elitismo cognitivo o participación democrática**

De ahí que este tipo de situaciones plantee importantes retos a la ciudadanía y a las ciencias, naturales y sociales. Así, por ejemplo, se han propuesto tres modelos típico-ideales, en sentido weberiano, sobre los saberes propios de las actuales sociedades. Dicha tipología, en concreto, estaría formada por: 1) el saber del experto; 2) el saber del hombre común; y 3) el saber del ciudadano bien informado (Schütz, 1974). El saber del experto, pues, estaría limitado a un campo de la realidad muy restringido pero dentro de este resultaría notablemente amplio, detallado y profundo. El saber del hombre común, en contraste, sería funcional para muchos campos, aunque en estos se limitaría a la vaguedad de un saber de recetas orientado a situaciones rutinarias. Este saber popular, al parecer, coincidiendo aquí en gran medida con los supuestos

del modelo del déficit cognitivo, estaría muy condicionado por las emociones, la superstición y la pura irracionalidad.

El saber del ciudadano bien informado, sin embargo, se situaría a medio camino entre los saberes del experto y del hombre común. Sería, por consiguiente, un ciudadano que aspira a obtener opiniones o creencias razonablemente bien asentadas y fundamentadas. Estos hombres y mujeres científicamente bien informados y alfabetizados, en suma, encarnarían muy probablemente el tipo de ciudadano atento, activo, crítico, reflexivo y responsable que debiera predominar en las sociedades libres y democráticas.

Pero, a pesar de la posible pertinencia de esa triple distinción, deberíamos esclarecer qué significa, en efecto, estar bien informado. El sentido común dice que esta expresión equivale, sencillamente, a tener información válida o relevante. Empero, con ello no se explica cómo puede saber la ciudadanía cuál es el grado de solvencia de esa información. Cómo puede saberlo, cabe preguntarse, si son plurales los expertos que, como en el caso del debate sobre los transgénicos, proclaman estar en posesión de la más acreditada información. Cómo puede saberlo, se insiste, si los dictámenes expertos son con frecuencia divergentes e incluso contradictorios. Cómo puede saberlo, si el reconocimiento del estatuto de experto, o de experto autorizado, suele ser notablemente contingente, endogámico y controvertido. Cómo puede saberlo, en definitiva, si lo más complejo e importante es saber quién, por qué y de qué manera se determina la razonabilidad de las opiniones tenidas por suficientemente bien asentadas o fundamentadas. Es por ello conveniente, sobre todo en este tipo de controversias, que la ciudadanía conozca: 1) ciertos hechos, conceptos y metodologías tenidos por elementales; pero también 2) el tenso contexto social y disciplinar que posibilita y condiciona esos mismos artefactos, discursos y procedimientos (Ziman, 2000; Herrera, 2005; Larión, 2005, 2009, 2010a y 2010b).

121

No debe sorprender por tanto, en el debate sobre los transgénicos, que sea discutida la idea de buena información. Tampoco que en las principales posiciones enfrentadas pueda observarse la existencia de ciudadanos bien, mal o más o menos informados. El ciudadano bien informado, entonces, no sería aquel que simplemente dispone de adecuada información, según se prejuzga de acuerdo con el modelo del déficit cognitivo. Sería ese ciudadano activo y reflexivo que ha aprendido tanto a confiar como a desconfiar de esos expertos, divulgadores e instituciones que proclaman al público, a bombo y platillo, como suele decirse, que sólo ellos están en posesión de la auténtica información, de ese supuesto saber cierto, completo y definitivo (Larión, 2016).

Los motivos para que el público confíe en la ciencia y la tecnología sin duda no habrían desaparecido. Pero sí habrían mutado en la medida en que los expertos no siempre conforman comunidades compactas, independientes y conducidas con arreglo a fines públicamente explicitados y democráticamente respaldados. Con lo cual, la resistencia social a productos como los nuevos alimentos transgénicos, a las empresas que los comercializan e incluso a las instituciones gubernamentales encargadas de su evaluación, regulación y seguimiento, podría no ser en absoluto la consecuencia simple y directa de una actitud ciudadana tenida por torpe, absurda o irracional (Rodríguez, 2009).

Es esencial, por ende, analizar cuánto los ciudadanos confían en el saber experto, si poco o mucho, pero también bajo qué circunstancias espaciales, temporales y de fondo se fija qué expertos e instituciones merecen mayor credibilidad. Esa toma de distancia de la ciudadanía parece conveniente, sobre todo en casos como el de los transgénicos, donde habitan importantes riesgos, ambivalencia e incertidumbres, y donde notables conflictos sociales, con intereses y valores bien identificables, se traducen en sólidos enfrentamientos entre múltiples colectivos expertos y de divulgación (Beck *et al.*, 1997; Ziman, 2000, Mendiola, 2006).

Algunas voces críticas, en efecto, denuncian que las mayores carencias aquí detectables quizá no sean tanto cognitivas como democráticas. Se demanda así analizar hasta qué punto un producto concreto es seguro o rentable, pero también qué clase de mundo deseamos para nosotros y las futuras generaciones. Estarían en juego aspectos centrales como qué existe y cómo podemos transformarlo, pero igualmente para qué, a costa de qué o en beneficio de quiénes deberían emprenderse esas transformaciones. De ahí que, a modo de síntesis, estos problemas se hagan aun más ostensibles cuando, a saber: 1) estamos ante sistemas físicos muy abiertos, dinámicos y complejos; 2) esas realidades acarrear importantes riesgos, ambivalencias e incertidumbres; 3) los diversos públicos (más que el público en general) presentan modos y grados muy variados de conocimiento y de interés en participar; 4) los expertos implicados son plurales y discrepan sobre cuestiones teóricas y metodológicas relevantes; y 5) en esos debates se observa una fuerte incidencia de divergentes intereses económicos y valores socioculturales.

122

Por todo ello, justamente, debe matizarse la existencia tanto de un público de inicio siempre torpe, irracional y prejuicioso, como de una ciencia de naturaleza infalible, avalorativa y desinteresada. Y por todo ello, en especial en tales escenarios, parece muy conveniente promover la presencia (en medios de comunicación, centros docentes y órganos públicos de regulación) de más plurales colectivos expertos y de divulgación, y de una más activa, profunda y responsable participación ciudadana (Jasanoff, 1995; Martín y Osorio, 2003; Frewer *et al.*, 2004; Broncano, 2006; Funtowicz y Strand, 2007; Cuevas, 2008).

## **8. La perspectiva positivista, y sus tres escenarios alternativos**

La perspectiva positivista general, recordemos, ofrece una explicación de por qué todavía no se ha asistido, por ejemplo, al cierre del debate sobre la viabilidad de los OMG. El núcleo de tal explicación, pues, enfatiza la presencia entre los expertos implicados de importantes carencias cognitivas, sean racionales o empíricas. Claro que esta perspectiva puede adoptar, en síntesis, hasta tres formas o escenarios fundamentales.

La primera posibilidad, en concreto, asume que ninguna de las dos principales posiciones en competencia (ni la que está a favor de estos nuevos alimentos, ni la que está en contra) sería realmente racional y objetiva. Así las cosas, estas disputas podrían interpretarse como casos desviados, patológicos o excepcionales al margen del supuesto recto y buen hacer normal del complejo ciencia-tecnología (Gardner,

1988). Sin embargo, si se asume esta primera explicación, no se esclarece en qué debería consistir esa ciencia realmente racional y objetiva. En tal supuesto, tampoco se entiende por qué esta ciencia tan virtuosa, ejemplar y admirable aún no se habría forjado y consolidado. La cuestión de fondo no es, por tanto, si esa ciencia tan ideal, exigente y venerable algún día podrá llegar a existir, sino qué circunstancias sociales concretas hacen que tal escenario aún pertenezca, en todo caso, al ámbito de lo ficticio, lo fantástico o lo imaginario.

La segunda posibilidad, por su parte, afirma que solo una de las dos teorías en litigio sería realmente racional y objetiva. Sin duda, esta actitud de compromiso (hacia dentro) y de combate (hacia fuera) sería la que más partidarios suscita entre unos y otros actores sociales. Así, mientras una posición representaría correctamente la realidad de los transgénicos, la otra sería víctima, o responsable si obrara deliberadamente, de una mirada deficiente o distorsionada. Como en esta línea interpretativa señalan por ejemplo Sempere y Riechmann: “No se trata de dos racionalidades posibles, de dos puntos de vista acaso válidos que difieren por arrancar de diferentes lugares, sino que uno de estos dos puntos de vista es racional y el otro es irracional” (Sempere y Riechmann, 2000: 315). No obstante, si se da por buena esta segunda interpretación, no se explica bien con arreglo a qué criterios cognitivos se habría negado a una de las dos posiciones la condición de ciencia racional y objetiva. Tampoco por qué motivos cognitivos la posición tenida por no científica presenta tantas reticencias a reconocer las razones y las evidencias de la posición designada como científica. Por supuesto, para quienes se identifican en gran medida con el ideario político de los principales grupos ecologistas, la posición a favor de los transgénicos debe explicarse en función de ciertos intereses comerciales y valores socioculturales bien identificables. Y es muy probable que, al menos en ese sentido, no estén nada desencaminados. Sin embargo, esta tesis es asimétrica en última instancia, como bien objetarían los fundadores del programa fuerte en la sociología del conocimiento científico (Bloor, 1998), pues no aclara por qué la crítica científica de dichos productos y de sus repercusiones, realizada por ejemplo con arreglo al paradigma alternativo de una nueva ecología genética (Ho, 2001), debería entenderse al margen por completo de otros intereses y valores sociales en competencia.

123

En tercer lugar, por último, existe la posibilidad de considerar que las dos posturas en discusión son, en cierto modo, racionales y objetivas. Se estaría entonces en presencia de un conflicto que afecta a las propias comunidades de expertos y que enfrenta a dos tipos de racionalidad y experimentación si no totalmente inconmensurables, en los términos de Kuhn y Feyerabend, sí al menos ciertamente rivales, divergentes o contrapuestos (Margolis, 1993; Muñoz, 1998). Empero, si se afirma que las dos posiciones aquí en litigio son realmente científicas, quizá muchos filósofos formalistas piensen que podrían estar desprestigiándose los conceptos de racionalidad científica y de práctica experimental. Además, no sabríamos a qué podría deberse tan enorme flexibilidad interpretativa. No se entendería, pues, por qué esta controversia ha surgido, se mantiene y no parece ofrecer señales obvias de una resolución futura dialogada acudiendo, en el marco de dicha perspectiva positivista, a una hipotética meta racionalidad científica o a una igualmente imaginaria meta práctica experimental.

Parece claro, por todo ello, cuando menos desde un punto de vista sociológico, que esta última sería la opción interpretativa más plausible o esclarecedora. Sin embargo, debería recurrirse a otros marcos interpretativos, más allá pues de la perspectiva positivista, para entender mejor el surgimiento, el desarrollo y la consolidación de este tipo de polémicas. Es decir, que si la disputa sobre la viabilidad de los transgénicos no presenta señales inequívocas de resolverse en términos exclusivamente racionales o empíricos, se confirma nuevamente la conveniencia de prestar mucha más atención a la incidencia de otros factores de carácter innegablemente social, en especial de los intereses y los valores, en virtud de los cuales dar cuenta de la naturaleza y el devenir de tales enfrentamientos.

## 9. Educar al público, o persuadirle con propaganda

El modelo del déficit cognitivo no puede asumir que, si algunos ciudadanos se oponen a ciertos productos tecnocientíficos, lo hagan no por estar desinformados sino por estar informados, aunque de otro modo. Son varios los colectivos sociales aquí implicados, desde científicos, técnicos y divulgadores hasta compañías productoras, partidos políticos, grupos ecologistas y asociaciones de agricultores, ganaderos y consumidores. Y algo muy llamativo es que todos ellos puedan coincidir en asegurarnos que la meta central de sus actos comunicativos es siempre *educar* al público para que sea libre, responsable y esté bien informado. Con todo, no es descartable en absoluto que en muchos casos el objetivo efectivo pueda consistir, más bien, en persuadir al público con propaganda cognitiva, de uno u otro signo (ya sea a favor de los alimentos convencionales, de los transgénicos o de los ecológicos), para que éste tolere, apruebe y consuma los respectivos servicios y artefactos.

Al gran público, en especial en tales contextos de controversia, se le demanda entender, por supuesto. Pero, curiosamente, justo en la medida en que dicho entendimiento pueda concordar con los intereses y los valores de esos mismos grupos, entidades y asociaciones. Ése es el motivo por el que a la típica y más conocida propaganda política, religiosa o comercial debemos añadir, en nuestros estudios sociales, la propaganda cognitiva, pudiendo ser esta última mucho más eficaz, compleja y desapercibida. De ahí que el modelo del déficit cognitivo pueda ser acusado justamente de interesado e ideológico, y no sólo por sus obvias repercusiones económicas y políticas, que también, sino igualmente porque conduce a legitimar y despolitizar el saber de los expertos y el de sus posiciones, comunidades e instituciones (Dornan, 1989).

Sin duda, cabe proponer a este respecto criterios que nos ayuden a distinguir con claridad, muy en particular, entre la propaganda y la educación. Tal sería el caso de la respectiva intención comunicativa, a saber: de poder, parcialidad e imposición en la propaganda; y de libertad, diálogo, conocimiento y resistencia al poder en la educación (Pineda, 2012). Con todo, siendo útil y pertinente esta distinción analítica, no siempre parece fácil fundamentar empíricamente y para cada caso concreto sendas atribuibles intenciones. Además, sabemos que con frecuencia se producen efectos no intencionados de la acción individual y social, es decir, que una cosa es con qué voluntad se origina la acción y otra qué resultados dicha acción produce,

dado que, al margen de esa imputada disimilitud intencional, las consecuencias generadas por la propaganda y la educación pueden ser similares e incluso prácticamente indistinguibles.

## 10. Resumen y conclusiones

El modelo del déficit cognitivo, recordemos, supone que si los diversos productos tecnocientíficos no son bien acogidos por la sociedad es porque estos productos no han sido adecuadamente comunicados (por los expertos y los divulgadores) y comprendidos (por esa misma sociedad). El problema surge, claro está, cuando los expertos involucrados en ciertas discusiones no son ni pueden ser socialmente asépticos. O, por añadidura, cuando los diversos y cambiantes públicos que conforman la sociedad civil no son ni pueden ser tan fácilmente catalogables de incultos, prejuiciosos o desinformados.

Cabe concluir, por todo ello, que el modelo del déficit cognitivo es, a saber, excesivamente: 1) positivista (por no analizar críticamente conceptos esenciales en los discursos expertos y de divulgación como los de verdad, progreso, objetividad, racionalidad, prueba empírica o método científico); 2) unidireccional (por suponer que la tecnociencia influye hondamente y de muy distintos modos en la sociedad y sus grupos pero no al revés, es decir, por prestar muy poca atención a cómo lo sociocultural influye en lo tecnocientífico); y 3) ideológico (por ocultar o minimizar, sobre todo en los casos más cargados de riesgo, ambivalencia e incertidumbre, la enorme relevancia de determinados problemas y debates éticos, políticos, económicos y, en general, socioculturales). Es demandable, en consecuencia, si realmente aspiramos a reconducir esas tres importantes limitaciones o insuficiencias, quizá no un total abandono del modelo del déficit cognitivo, pero sí su profunda reformulación con arreglo a las aportaciones de otros modelos teóricos más críticos, contextuales y multidimensionales (Wynne e Irwin, 1996; Sturgis y Allum, 2004; Montañés, 2010; Cortassa, 2010).

125

Dicho modelo del déficit cognitivo, pues, parece dar por válida la idea de que los sistemas expertos son fiables, unánimes y des-socializados. También, que los ciudadanos son agentes pasivos, meros espectadores, simples clientes reales o potenciales, consumidores en esencia acrílicos, irracionales y desinformados. De ahí que, si el ciudadano rechaza ciertos productos tecnocientíficos, se conjeture que este es víctima del miedo, la ignorancia o la superstición. De ahí que quienes creen divulgar tiendan a creer no pertenecer al vulgo, tiendan a creer estar por encima de la plebe, de las masas, del pueblo llano, del hombre común y de su saber e ignorar ordinarios. Y de ahí que, si en muchos espacios sociales se demanda más y mejor cultura científica y tecnológica, se presuponga, e incluso se requiera, a un público esencialmente inculto al que educar, instruir y capacitar para promover en él actitudes más favorables a los respectivos productos tecnocientíficos en sus variadas formas de bienes, servicios e instituciones (Fehér, 1990; Lévy-Leblond, 2003).

Suelen ser poco explícitos los criterios con arreglo a los cuales los medios de comunicación rechazan, seleccionan y adaptan las noticias que se trasladan a la

ciudadanía. La difusión de los saberes expertos, además, puede estar sesgada por los problemas, sociales y periodísticos, del puro sensacionalismo y la exagerada simplificación. Pero también por el problema cardinal del tipo de experto al que, en cada área y especialidad, los medios y la ciudadanía tienden a reconocer mayor solvencia o credibilidad (Dornan, 1989; Gorelick, 1998).

Es razonable que la opinión de los expertos deba escucharse, pero no que éstos se conciban como la única fuente de autoridad cognitiva, o como un grupo homogéneo, avalorativo y desinteresado (Feyerabend, 1982). El poder creciente de los mercados ante los Estados, y la progresiva y preocupante confusión entre lo privado y lo público, dificultan que la ciencia y la tecnología se consagren a la búsqueda del conocimiento cierto, de la eficiencia instrumental y de la mejora en la calidad de vida de la ciudadanía. Por ello, como si de un cuento de hadas nada inocente se tratara, debe corregirse esa arraigada ideación de una ciencia efectiva de naturaleza compacta y socialmente aséptica y siempre benefactora. Y por ello también deben replantearse esos supuestos positivistas, unidireccionales e ideológicos sobre los que se sustentan los paradigmas analíticos aún centrales en los estudios sobre la cultura, la educación y la comunicación científica y tecnológica (Shapin, 1992; Yearley, 1993-94; Wynne e Irwin, 1996; Díaz y García, 2011).

Con arreglo al modelo del déficit cognitivo, se presupone que si ciertas personas discrepan de nuestras creencias es porque no las entienden, y si no las entienden es porque son torpes o están atrasadas. Se asume, igualmente, que si determinados grupos no participan de nuestra cultura es porque no la comprenden, lo cual se debería a que sus integrantes son incultos, ignorantes o están poco cualificados. Así se propicia que se hable mucho de analfabetos culturales, científicos o tecnológicos, pero poco de analfabetos éticos, políticos o ecológicos. El ya muy manido concepto de cultura, despojado en gran medida de su potencial crítico/emancipador, queda así progresivamente colonizado por la economía, haciendo que dicho concepto no sea eliminado sino mercantilizado/instrumentalizado.

Es erróneo, sin duda, pensar que la cultura científica y tecnológica, en su totalidad, es la expresión en exclusiva de la dominación económica y social capitalista. Pero también lo es pensar que esas formas culturales están y actúan al margen por completo de esas formas de dominación. Educar al público, en efecto, seguirá siendo una importante aspiración colectiva, si bien para unos actores su fin central será crear ciudadanos, mientras que para otros será crear consumidores. Por ello, cabe concluir, el advenimiento de ese mundo posacadémico, del que ya hemos apuntado sus rasgos principales, hace que: 1) la crítica de los riesgos, las ambivalencias y las incertidumbres que trae consigo la actual tecnociencia, deba dar lugar a 2) la crítica de ese segundo modo, tan sesgado y poco inocente, de entender la cultura científica y tecnológica (Lévy-Leblond, 2003).

Los expertos y los divulgadores con frecuencia suelen hablar al público del mundo estable de la ciencia ya elaborada, pero muy poco de la naturaleza flexible, incierta y controvertida de la ciencia en proceso de elaboración (Latour, 1992; Shapin, 1992). Con todo, dirán aún los filósofos formalistas, la ciencia conforma un cuerpo de



saberes siempre dispuesto a debatir las posibles razones argumentativas y experimentales. No obstante, desde posiciones sociológicas relativistas y constructivistas, resulta oportuno precisar que estas razones, si es que de razones todavía queremos seguir hablando, no son tanto encontradas/descubiertas como fabricadas/producidas. Son, en concreto, razones humanas forjadas y limitadas, razones socialmente posibilitadas y condicionadas, causa y efecto al mismo tiempo de intereses y valores colectivos bien específicos aunque no siempre bien explicitados (Collins y Pinch, 1996; Collins y Evans, 2007).

Así las cosas, a modo de resumen y conclusión final, cabe decir que en este trabajo no se ha defendido que debamos criticar por entero a la cultura científica y tecnológica. Pero sí se han mostrado los motivos centrales por los cuales debemos criticar el enfoque positivista, unidireccional e ideológico de concebirla, estudiarla y comunicarla al gran público. La perspectiva positivista en general, y el modelo del déficit cognitivo muy en particular, justifican que se señale que el gran público desconoce, o que éste carece de una adecuada cultura científica y tecnológica. Pero, según aquí se ha propuesto, las perspectivas materialista y cultural son las que mejor nos precisan que esto puede acontecer sólo en la medida en que previamente ciertos grupos sociales y sistemas expertos y de divulgación han determinado: qué cuestiones importan, qué miedos son infundados, qué es auténtico conocimiento, o qué artefactos realmente funcionan y son beneficiosos. Como en el caso del debate sobre la viabilidad de los alimentos transgénicos, sería este tenso trasfondo contextual uno de los motivos principales por los cuales, aún en nuestros días, a pesar de decididos y coordinados esfuerzos, persisten un gran número de profundas y complejas controversias, de unas controversias que son, inevitablemente, al mismo tiempo socioculturales y tecnocientíficas.

127

## Bibliografía

BAUER, M. W. (2009): "The Evolution of Public Understanding of Science-Discourse and Comparative Evidence", *Science, Technology and Society*, vol. 14, nº 2, pp. 221-240.

BECK, U. *et al.* (1997 [1994]): *Modernización reflexiva. Política, tradición y estética en el orden social moderno*, Madrid, Alianza.

BELTRÁN VILLALVA, M. (2000): *Perspectivas sociales y conocimiento*, Barcelona, Anthropos.

BLOOR, D. (1998 [1976]): *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa.

BORGES, J. L. (1981 [1960]): *El hacedor*, Madrid, Alianza.

BOURDIEU, P. (2003 [2001]): *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama.

BRONCANO, F. (2006): *Entre ingenieros y ciudadanos. Filosofía de la técnica para días de democracia*, Barcelona, Montesinos.

COLLINS, H. M. y EVANS, R. (2007): *Rethinking Expertise*, Chicago, University of Chicago Press.

COLLINS, H. M. y PINCH, T. J. (1996 [1993]): *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, Barcelona, Crítica.

CORTASSA, C. G. (2010): “Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 5, nº 14, pp. 117-124.

CUEVAS, A. (2008): “Conocimiento científico, ciudadanía y democracia”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 4, nº 10, pp. 67-83.

DÍAZ GARCÍA, I. y GARCÍA RODRÍGUEZ, M. (2011): “Más allá del paradigma de la alfabetización. La adquisición de cultura científica como reto educativo”, *Formación Universitaria*, vol. 4, nº 2, pp. 3-14.

DÍAZ MARTÍNEZ, J. A. y LÓPEZ PELÁEZ, A. (2007): “Clonación, alimentos transgénicos y opinión pública en España”, *RIS. Revista Internacional de Sociología*, vol. 65, nº 48, pp. 75-98.

128

DOMINGO ROIG, J. L. y BORDONABA, J. G. (2011): “A Literature Review on the Safety Assessment of Genetically Modified Plants”, *Environment International*, vol. 37, nº 4, pp. 734-742.

DORNAN, C. (1989): “Science and Scientism in the Media”, *Science as Culture*, vol. 1, nº 7, pp. 101-121.

DOUGLAS, M. (1991 [1966]): *Pureza y peligro. Un análisis de los conceptos de contaminación y tabú*, Madrid, Siglo XXI.

EASLEA, B. (1981 [1973]): *La liberación social y los objetivos de la ciencia. Un ensayo sobre objetividad y compromiso en las ciencias sociales y naturales*, Madrid, Siglo XXI.

ECHEVERRÍA, J. (2003): *La revolución tecnocientífica*, Madrid, FCE.

EUROBAROMETER 341 (2010): *Biotechnology*, Bruselas, Unión Europea.

FEHÉR, M. (1990): “Acerca del papel asignado al público por los filósofos de la ciencia”, en J. Ordóñez y A. Elena (eds.): *La ciencia y su público. Perspectivas históricas*, Madrid, CSIC, pp. 421-443.

FEYERABEND, P. K. (1982 [1978]): *La ciencia en una sociedad libre*, Madrid, Siglo XXI.

FEYERABEND, P. K. (1989 [1970]): *Contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*, Barcelona, Ariel.

FREWER, L. *et al.* (2004): "Societal Aspects of Genetically Modified Foods", *Food and Chemical Toxicology*, vol. 42, nº 7, pp. 1181-1193.

FUNTOWICZ, S. y RAVETZ, J. (1993): "Science for the Post-Normal Age", *Futures*, vol. 25, nº 7, pp. 739-755.

FUNTOWICZ, S. y STRAND, R. (2007): "De la demostración experta al diálogo participativo", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 3, nº 8, pp. 97-113.

GARDNER, M. (1988 [1981]): *La ciencia. Lo bueno, lo malo y lo falso*, Madrid, Alianza.

GIBBONS, M. *et al.* (1994): *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, Londres, Sage.

GORELICK, S. (1998): "Escondiendo al público las informaciones comprometidas", *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, p. 52.

HERRERA RACIONERO, P. (2005): "Argumentos comestibles. La construcción retórica de la percepción pública de los alimentos transgénicos", *RIS. Revista Internacional de Sociología*, nº 40, pp. 183-205.

129

HO, M-W. (2001 [1998]): *Ingeniería genética. ¿Sueño o pesadilla?*, Barcelona, Gedisa.

IRANZO AMATRIAÍN, J. M. (2002): "Una revolución tecnológica sin transformación social", en J. M. García Blanco y P. Navarro Sustaeta (eds.): *¿Más allá de la modernidad? Las dimensiones de la información, la comunicación y sus nuevas tecnologías*, Madrid, CIS, pp. 549-576.

JASANOFF, S. (1995): "Procedural Choices in Regulatory Science", *Technology in Society*, vol. 17, nº 3, pp. 279-293.

JIMÉNEZ-BUEDO, M. y RAMOS VIELBA, I. (2009): "¿Más allá de la ciencia académica? Modo 2, ciencia posnormal y ciencia postacadémica", *Arbor. Ciencia, Pensamiento y Cultura*, nº 738, pp. 721-737.

KREIGHBAUM, H. (1967): *Science and the Mass Media*, Nueva York, New York University Press.

KUHN, T. S. (1995 [1962-1969]): *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE.

LARRIÓN, J. (2005): *Las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Un estudio de la controversia sobre los organismos modificados genéticamente*, Madrid, E-Prints Complutense.

LARRIÓN, J. (2009): “La traducción social de la naturaleza. La domesticación y la ingobernabilidad de los genes en la discusión sobre los organismos transgénicos”, *Papers. Revista de Sociología*, vol. 93, pp. 7-27.

LARRIÓN, J. (2010a): “La identidad y el comportamiento del maíz Bt. El debate sobre la predicción de las posibles consecuencias adversas de la ingeniería genética”, *RIS. Revista Internacional de Sociología*, vol. 68, nº 1, pp. 125-144.

LARRIÓN, J. (2010b): “La resistencia a las razones de Pusztai. El conocimiento y la incertidumbre en la polémica sobre los organismos modificados genéticamente”, *Política y Sociedad*, vol. 47, nº 1, pp. 215-230.

LARRIÓN, J. (2016): “¿Qué significa estar bien informado? Retóricas, percepciones y actitudes ante el problema del etiquetado de los alimentos transgénicos”, *REIS. Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, nº 153, pp. 43-60.

LATOUR, B. (1992 [1987]): *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Barcelona, Labor.

LATOUR, B. (1993 [1991]): *Nunca hemos sido modernos. Ensayo de antropología simétrica*, Madrid, Debate.

LÉVY-LEBLOND, J-M. (2003): “Una cultura sin cultura. Reflexiones críticas sobre la ‘cultura científica’”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 1, nº 1, pp. 139-151.

LIZCANO, E. (1988): “Pureza, ciencia y suciedad”, *Archipiélago*, nº 33, pp. 105-108.

LÓPEZ CERREZO, J. A. y LUJÁN LÓPEZ, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.

MARGOLIS, H. (1993): *Paradigms and Barriers. How Habits of Mind Govern Scientific Beliefs*, Chicago, University of Chicago Press.

MARTÍN GORDILLO, M. y OSORIO, C. (2003): “Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica”, *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 32, pp. 165-210.

MENDIOLA, I. (2006): *El jardín biotecnológico. Tecnociencia, transgénicos y biopolítica*, Madrid, La Catarata.

MERTON, R. K. (1992 [1949-1968]): *Teoría y estructura sociales*, México, FCE.

MILLER, S. (2001): “Public Understanding of Science at the Crossroads”, *Public Understanding of Science*, vol. 10, nº 1, pp. 115-120.

MONTAÑÉS, Ó. (2010): “La cultura científica como fundamento epistemológico de la comunicación pública de la ciencia”, *ArtefaCToS*, vol. 3, nº 1, pp. 187-229.

MORENO MUÑOZ, M. e IÁÑEZ PAREJA, E. (1997): “Elementos para la resolución de controversias en el debate sobre biotecnología y sociedad”, en F. J. Rodríguez Alcázar *et al.* (eds.): *Ciencia, tecnología y sociedad. Contribuciones para una cultura de la paz*, Granada, Universidad de Granada, pp. 289-313.

MUÑOZ RUIZ, E. (1998): “Nueva biotecnología y sector agropecuario. El reto de las racionalidades contrapuestas”, en A. Durán y J. Riechmann (eds.): *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, Madrid, Trotta, pp. 119-140.

NOWOTNY, H. *et al.* (2001): *Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*, Cambridge, Polity Press.

PAVONE, V. (2012): “Ciencia, neoliberalismo y bioeconomía”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 7, nº 20, pp. 145-161.

PINEDA, A. (2012): “Propaganda y educación. Criterios de diferenciación conceptual y comunicacional”, *Pensar la Publicidad*, vol. 6, nº 1, pp. 183-205.

POPPER, K. R. (1962 [1934-1959]): *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos.

PUTNAM, H. (1989 [1960]): “Lo que las teorías no son”, en L. Olivé y A. R. Pérez Ransanz (eds.): *Filosofía de la ciencia: Teoría y observación*, México, Siglo XXI, pp. 312-329.

131

RODRÍGUEZ ZABALETA, H. (2009): “La confianza pública en las instituciones reguladoras del riesgo. Tres modelos de confianza para tres desafíos del análisis del riesgo”, *Argumentos de Razón Técnica*, nº 12, pp. 125-153.

ROQUEPLO, P. (1983 [1974]): *El reparto del saber. Ciencia, cultura, divulgación*, Barcelona, Gedisa.

SCHÜTZ, A. (1974 [1964]): “El ciudadano bien informado. Ensayo sobre la distribución social del conocimiento”, en A. Brodersen (ed.): *Estudios sobre teoría social. Alfred Schutz*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 120-133.

SEMPERE, J. y RIECHMANN, J. (2000): *Sociología y medio ambiente*, Madrid, Síntesis.

SHAPIN, S. (1992): “Why the Public ought to Understand Science-in-the-Making”, *Public Understanding of Science*, vol. 1, nº 1, pp. 27-30.

STURGIS, P. y ALLUM, N. (2004): “Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes”, *Public Understanding of Science*, vol. 13, nº 1, pp. 55-74.

WOLFENBARGER, L. L. y PHIFER, P. R. (2000): “The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants”, *Science*, vol. 290, pp. 2088-2092.

WYNNE, B. e IRWIN, M. (1996): *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*, Cambridge, Cambridge University Press.

YEARLEY, S. (1993-1994): "La autoridad social de la ciencia en la edad postmoderna", *Política y Sociedad*, nº 14-15, pp. 59-66.

YEARLEY, S. (1994): "Understanding Science from the Perspective of the Sociology of Scientific Knowledge: An Overview", *Public Understanding of Science*, vol. 3, nº 3, pp. 245-258.

ZIMAN, J. (2000): *Real Science: What It is and What It Means*, Cambridge, Cambridge University Press.

## Regulaciones al conocimiento y estudios de conocimiento disciplinar

### Regulamentações do Conhecimento e Estudos de Conhecimento Disciplinar

#### *Knowledge Regulation And Behavioral Knowledge Studies*

Marcelo Meyer Becker \*

El conocimiento es regulado por diversos factores. Destacan circunstancias políticas, económicas y disciplinarias, capacidades y preferencias de los investigadores, aspectos que se relacionan de varias maneras en acontecimientos de carácter nacional e internacional. La investigación que dio paso a este artículo asumió una perspectiva desde la reflexividad, en la cual los llamados estudios de la ciencia fueron la base para definir y proponer los estudios de conocimiento disciplinar. La metodología se consideró a partir de un enfoque cualitativo. El artículo estuvo centrado en indagar el tema desde la perspectiva de investigadores vinculados a la carrera de antropología en las universidades chilenas que la imparten. Se evidenció que las regulaciones revisadas en los antecedentes bibliográficos se encuentran operando en las dinámicas de investigación en antropología en Chile. Lo anterior indica que los investigadores se encuentran en continuos procesos de regulaciones respecto de su producción de conocimiento.

133

**Palabras clave:** antropología, ciencias sociales, reflexividad, regulaciones al conocimiento

---

\* Doctor en ciencias humanas. Profesional independiente. Correo electrónico: emeyerbec@gmail.com.

O conhecimento é regulado por diversos fatores. Com destaque para as circunstâncias políticas, econômicas e disciplinares, capacidades e preferências dos pesquisadores, estes aspectos se relacionam de maneira diversa em acontecimentos de caráter nacional e internacional. A pesquisa que originou este artigo assumiu uma perspectiva a partir da reflexividade, na qual os chamados estudos da ciência foram a base para definir e propor os estudos de conhecimento disciplinar. A metodologia foi considerada partindo de uma abordagem qualitativa. O artigo focou a indagação do tema da perspectiva de pesquisadores antropólogos, relacionados ao curso de antropologia nas universidades chilenas que o oferecem. Evidenciou-se que as regulamentações revisadas nos antecedentes bibliográficos se encontram operando nas dinâmicas de pesquisa em antropologia no Chile. Isto aponta que os pesquisadores estão em contínuos processos de regulamentação a respeito de sua produção de conhecimento.

**Palavras-chave:** antropologia, ciências sociais, reflexividade, regulamentações do conhecimento

*Knowledge is regulated by an array of factors. Namely, there are certain political, financial and behavioral circumstances as well as researchers' capabilities and choices to be taken into account as far as the several ways in which they relate with national and international situations. The research that led to this paper took on a reflective position in which the so-called scientific studies were the basis to define and bring forth the behavioral knowledge studies. A qualitative approach was the chosen methodology. This paper focuses on the point of view assumed by researchers in the anthropology departments of Chilean universities. It shows that regulations revised in the bibliography currently impact the dynamics in anthropological research in Chile. The aforementioned indicates that researchers participate in ongoing processes in the regulation of their production of knowledge.*

134

**Key words:** anthropology, social sciences, reflectivity, knowledge regulation



## Contextualización y categorías clave

Desde la reflexividad, los llamados estudios de la ciencia (EC) consideran que el conocimiento es un producto de la investigación como proceso. Involucra un conjunto de relaciones entre quienes tienen injerencia en la ciencia y las condicionantes materiales asociadas. Los estudios de la ciencia, centrados en instancias relacionadas al quehacer científico han tenido diversos desarrollos y asumido diversas modalidades, por ejemplo, desde los estudios denominados ciencia, tecnología y sociedad o desde estudios cuantitativos. Como derivación, la aproximación propuesta es desde los estudios de conocimiento disciplinar (ECD).<sup>1</sup>

Junto con la reflexividad expuesta, la propuesta de los estudios de conocimiento disciplinar está basada en una antropología filosófica. En cuanto -y siguiendo a Peligero (2001-2002)-, la motivación de base no consiste en conocer desde una disciplina en particular, sino, por el contrario, en una complementación de saberes disciplinarios que están referidos a caracteres del ser humano; aquí el ser humano es entendido como afecto a sus determinantes hereditarias y condicionantes culturales.

Teniendo como base que existen diversas regulaciones que influyen la producción de conocimiento y que inciden en las decisiones relativas a la investigación, puede suponerse que hubo y hay opciones que no fueron ni son propiciadas para desarrollarse; estos fueron los ámbitos explorados en la investigación doctoral base de este artículo.

Del latín *regulare*, el concepto de “regulación” como eje conceptual de la investigación fue entendido como el ajuste en función de determinados fines. Su uso en el contexto de estudio de la investigación es regular y alude tanto a individuos como instituciones (Albornoz, 2007; Joda, *et al.*, 2004; López, 1999; Mitcham y Briggie, 2007; y Rama, 2009, entre otros)

Cabe mencionar el concepto de “factor”, el cual desde la filología muestra un alto potencial conceptual, es decir, un gran alcance de inclusión, en la investigación se optó por el de regulación por su grado de inclusión en el contexto de estudio. Para futuras investigaciones con otros énfasis, es recomendable la inclusión del concepto “factor” en la teorización.

Por su parte, del latín *relegare*, el concepto de “relegar, relegado” es entendido como dejar de lado, apartar, pudiendo llegar al “olvido”. Su uso en el contexto de estudio es mencionado como posible de afectar tanto a individuos e instituciones, así como a nivel de ideas (Blanco, 1994; Harris, 2007; y Lakatos, 1989, entre otros). Al cotejarlo con los conceptos de “omisión”, “omitido”, “exclusión” y “excluido” se encuentra que en el contexto de estudio tienen menos presencia que el de “relegado”.

---

1. Este artículo es producto de la investigación doctoral: *Regulaciones al conocimiento y temas relegados en la antropología social chilena*, Universidad Austral de Chile, 2014.

Acerca de los conceptos de “ciencias sociales” y “ciencias humanas”. Desde la bibliografía, estos conceptos son definidos según diversos criterios. El concepto de ciencias sociales en la bibliografía mayormente suele ser utilizado como sinónimo de ciencias humanas, entendidas como aquellas que tienen por estudio el ser humano, sus actividades y sus obras. De acuerdo con Marcus y Fischer, aquí se asume que “las ciencias humanas (denominación más amplia e incluyente que la tradicional de “ciencias sociales”), que afectan al derecho, el arte, la arquitectura, la filosofía, la literatura y hasta las ciencias naturales” (1986: 27) abarcan todas aquellas disciplinas que tienen por objeto al ser humano, sus actividades y sus obras. Junto con lo anterior, en los estudios de conocimiento disciplinar se considera que el adjetivo “humanas” está referido en cuanto son ciencias elaboradas y practicadas por humanos. En efecto, como señala Peligero respecto a las ciencias humanas: “En su acepción literal, quiere decir ‘ciencias del hombre’. Ahora bien, la expresión ‘del hombre’ puede ser interpretada de dos formas diferentes (...) En el primer caso, las ‘ciencias del hombre’ se refieren a todo un conjunto sistemático de conocimientos del hombre sobre cualquier realidad o fenómeno (...) En el segundo caso, ‘ciencias del hombre’ significan un conjunto sistemático de conocimientos que tiene al hombre por objeto” (2001-2002: 27). Aquí se asume que las ciencias sociales, según previa definición, serían parte de las ciencias humanas. Así, las ciencias humanas abarcarían las ciencias sociales, las naturales, las artes y toda disciplina que cumpla con las características señaladas.

136

En cuanto al objeto “ciencias”, en los estudios de conocimiento disciplinar se considera que toda disciplina que produzca conocimiento o alguna otra obra humana se entiende como ciencia. Por añadidura, toda disciplina comparte el utilizar técnicas para su práctica y tiene por objeto o el conocimiento o la producción de objetos y el manejo de estos.

La categoría de campo de Bourdieu (2003 y 2008) -asimismo la de habitus y la de capital- nos ayuda a aproximarnos a las disciplinas y considerarlas como campos disciplinares. En este caso, fue estudiado el campo de la antropología en Chile. Estos campos disciplinares son mantenidos por medio de los habitus que, en la persona de los investigadores, se practica mediante lo que Brunner en 1986 llamó “relaciones de recurso”, las cuales están orientadas a la obtención y mantención de los diversos capitales que se mueven en dicho campo. De acuerdo con Brunner (1986) y Augé (2007), las relaciones de recurso son dadas en función del estado de la situación y del estado de la cuestión, es decir: de la historia externa en que se enmarca cada disciplina en un contexto geopolítico dado, y de la interna, aquella que se vincula de manera directa con el hacer y el no hacer de cada disciplina. El cambiar el estado de la situación, puede provocar un cambio interno en las disciplinas, también dicho cambio puede provocarse desde dentro. Así, los habitus podrían cambiar en función de los cambios externos al campo y a los internos en éste.

Como señalan Bergel (2007), Capel (2009) y Restrepo (2006) en sus alusiones a la antropología como disciplina mediada por relaciones hegemónicas, estos habitus están en directa relación con los discursos y las prácticas ortodoxas, que son aquellos que mantienen hegemonías en dichos campos. En relación con lo anterior, un campo y sus adherentes se mantienen como hegemónicos si es que mantienen, a su vez,

una serie de regulaciones al conocimiento. Estas regulaciones son reconocibles como tipos; así pueden considerarse las de tipo natural, las étnicas, las políticas, económicas, sociales y ciudadanas, institucionales, de género y las de tipo cognitivo. Las últimas dos pueden considerarse como una variante de tipo interna y las otras como de tipo externas. Las de tipo interna pueden dividirse en términos de preferencia, capacidad y competencia, asociando lo personal y lo individual.

El análisis bibliográfico evidencia que existe diversa información respecto a las regulaciones en el conocimiento, pero esta información aparece fragmentada, no sistematizada; en el ámbito de la antropología en Chile, se está en etapa temprana de reflexión al respecto. En conjunción, las regulaciones y los temas relegados son dos ejes componentes de los procesos de producción científica. Cómo se señaló, estos temas hoy no se tienen en consideración programática en la antropología en Chile.<sup>2</sup> A nivel de temas relegados, no se encontró en la literatura de producción chilena ni internacional antecedente que lo aborde de manera central; los escasos antecedentes al respecto no corresponden con estudios *per se*, sino como estudios integrados como complementarios en los trabajos de los investigadores.

Desde los antecedentes recopilados y las características de estos fenómenos, se llegó a proponer los estudios de conocimiento disciplinar. Tienen como base la reflexividad y en este caso aludieron a una temática propuesta como reflexividad crítica en ciencias sociales, referida y motivada a provocar una reflexión intra-disciplinaria que considere el estudio de aquellos fenómenos relativos a la producción de conocimiento y, más en específico, aquellos aspectos controversiales como los relativos a los aspectos relegados en los procesos de investigación.

137

Estas propuestas dan cuenta de una realidad epistemológica que, en la actualidad y a nivel internacional, está tomando más auge en cuanto a su estudio. Los estudios de conocimiento disciplinar son una invitación a un pensamiento heterodoxo que permita comprender la realidad con un sentido más holístico. La propuesta de los estudios de conocimiento disciplinar está referida al conocimiento en cada disciplina académica, sea natural, social, de las humanidades o artísticas, es decir, en toda tradición intelectual (y técnica) que produzca conocimiento o su aplicación; así, el adjetivo disciplinar está entendido en cuanto es posible de relacionar con tradiciones académicas. De esta manera, los estudios de conocimiento serán específicos según la disciplina que se estudie.

Cabe señalar que la categoría de estudios disciplinares aquí se refiere a aquellos estudios producidos por los miembros que conforman una disciplina según sus objetos de estudio, es decir, involucran el indagar en relación con dichos estudios disciplinares, proponiendo también que investigadores de otras disciplinas estudien aquellas que no son las propias; esto nos conlleva a los “desde dónde” se investiga

---

2. Respecto a un trabajo sistemático relativo a estos temas, tampoco se encontraron antecedentes en otras disciplinas en Chile.

un conocimiento disciplinar; aquí las categorías de intra-disciplinar, extra, inter y trans-disciplinar adquieren sentido.

Los estudios de conocimiento disciplinar pueden tener tanto un énfasis en lo relegado como en lo propiciado; a su vez, pueden poner el énfasis en otros atingentes al desarrollo de las disciplinas y la producción de conocimiento. La perspectiva dual expuesta es válida en cuanto a temas, métodos, teorías, aplicaciones y otros, y a nivel de estudios sincrónicos y diacrónicos, comparativos y otros. Por añadidura, se complementan con estudios definidos como “antropología de la ciencia”, “antropología de la antropología” o “sociología de la ciencia”, entre otros, es decir, aquellos que conllevan reflexividad en ciencia y aluden, por su realización, al marco de los estudios de la ciencia. Tomado el caso de la antropología como disciplina académica, de acuerdo con la bibliografía revisada en dicho contexto y comparado con el estudio de la RedMIFA (2006), es posible señalar que en Chile no existe un cuerpo articulado de conocimientos ni programas de investigación de gran aliento que se dediquen a temas relacionados con la reflexividad respecto de la ciencia ni menos con la disciplina, es decir, en y desde estudios de la ciencia.

El estudio que aquí se presenta, orientado desde la reflexividad y la regulación del conocimiento, puso su centro en conocer parte de la cultura discursiva relacionada con aspectos de la realidad que no han sido investigados, o muy poco en y desde la antropología en Chile. A su vez, contuvo una orientación desde la teoría crítica en cuanto implica el estudio de opciones diversas a lo instituido. El estudio aporta un conocimiento originado en quienes desde la práctica han tenido y tienen que lidiar con regulaciones al conocimiento y que, en el proceso, han tenido y tienen que ir dejando temas y perspectivas sin investigar.

138

La investigación se definió como exploratoria y cualitativa: exploratoria en tanto que no fue encontrado estudio alguno que haya indagado en temas relegados; cualitativa en tanto que la epistemología imperante en el estudio se amparó en propuestas fenomenológicas y hermenéuticas, centradas en las perspectivas de los “sujetos” informantes de la investigación. Se concentró en un aspecto definido de parte de la realidad de una disciplina como lo es la antropología, en una perspectiva conceptual que consideró dicha disciplina como una institucionalidad con tradiciones discursivas y prácticas. Por añadidura, se nombró a esta aproximación investigativa estudio del conocimiento disciplinar de la antropología.

En cuanto la investigación consideró una aproximación al concepto de ciencia entendida como un aspecto cultural de la sociedad, se revisaron asuntos relativos a la conformación de los campos del saber en los ámbitos políticos, económicos y académicos, todos como aspectos que conciernen de manera directa a la producción de conocimiento en la ciencia. Desde este acercamiento, se profundizó en antecedentes respecto de cómo la antropología participa de estos fenómenos.

Como tema de la reflexividad crítica en ciencias sociales, la investigación que aquí se presenta pertenece al ámbito de las regulaciones al conocimiento y temáticas disciplinares, que a su vez puede dividirse en temas propiciados y temas relegados.

Los estudios de conocimiento disciplinar y la reflexividad crítica en ciencias sociales se constituyen como un aporte conceptual a las ciencias en general.

## 1. Estudios de la ciencia, reflexividad y teoría crítica

Como nombre genérico, los estudios de la ciencia abarcan una variedad de perspectivas y no tienen unidad metodológica (Blanco, 2001; García, 2007). Entre otras, se encuentran en ella la epistemología, la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia (SC), la sociología del conocimiento científico (SCC), los estudios sociales de la ciencia (ESC, luego sumó el término tecnología), la antropología de la ciencia (AC), y en las últimas décadas los estudios de ciencia tecnología y sociedad (CTS).<sup>3</sup>

Los estudios de la ciencia han sido caracterizados mediante tres etapas. La primera es caracterizada por un enfoque normativo y un foco de interés en lo institucional. Es conocida como la sociología clásica de la ciencia y se ha destacado a Merton como exponente. La segunda etapa (desde los 70) se destaca como un fuerte enfoque de carácter empírico y por prestar más atención a la actividad científica como proceso, definir el conocimiento científico como creencias y sujeto al contexto; es conocida como sociología del conocimiento científico (SCC) y el Programa Fuerte (PF), como uno de los principales enfoques. Bloor sería uno de sus máximos exponentes (Blanco, 1994 y 2001; García, 2007; Iranzo, 1991). García también destacó a Latour –desde finales de los 70- con un enfoque empírico de tipo micro, orientado al estudio de los hechos científicos en los laboratorios mediante los “estudios de laboratorio”, con un carácter etnográfico y situado como una antropología de la ciencia; se le critica que su enfoque está demasiado enfocado en la ontología. La tercera etapa está centrada en la regulación de la legitimación de los expertos y la toma de decisiones; aquí son destacados Collins y Evans (García, 2007)

139

Respecto de la epistemología y la historia de la ciencia, su desarrollo ha tenido diversas fluctuaciones. En este ámbito, Asúa (1993), mediante su compilación *La Historia de la Ciencia. Fundamentos y Fluctuaciones*, ofrece un panorama de estas disciplinas y la relación entre ellas. Desde dicho compilado, aquí se destaca a Laudan (1990), quien, junto con explicar las relaciones de unión y discordia que se han dado entre las dos disciplinas mencionadas, ofrece una crítica a los estudios de historia de la ciencia, que han privilegiado un acercamiento casi exclusivo al ámbito social acerca de la producción de conocimiento y, como consecuencia, han dejado de lado el aspecto cognoscitivo acerca de cómo cambia la ciencia.

---

3. Paloma García realizó su estudio tomando este último enfoque como transversal en el tiempo para referirse al desarrollo de los estudios de la ciencia. Señala que la expresión francesa *anthropologie des sciences et des techniques* sería equivalente a la inglesa *social studies of science and technology*. Lo anterior indica que, para efectos de estudios comparativos -entre otros-, en primera instancia deben considerarse las diversas expresiones y su contenido en relación a sus objetos, lengua y distribución geográfica; a su vez debe atenderse la nomenclatura abreviada de un idioma a otro.

Un aspecto en común a todas las etapas y los autores mencionados es que reconocen que los investigadores son influenciados por aspectos contextuales en la toma de decisiones respecto a su objeto de estudio, lo cual involucra aspectos sociales y cognitivos. Otro punto en común es el concepto de reflexividad, presente de una u otra forma en cuanto los contenidos están referidos a los procesos mediante los cuales se desarrolla la ciencia, y en cuanto la reflexión versa acerca de las maneras y contenidos de estudio de dichos fenómenos. Cabe destacar que en general, los estudios de la ciencia han estado dedicados a las llamadas “ciencias duras”; sólo desde el concepto de reflexividad se ha centrado la atención en las ciencias sociales y los mismos estudios de la ciencia.

Basado en lo expuesto hasta aquí y en los antecedentes a desarrollar en breve, puede sugerirse una cuarta etapa caracterizada por una reflexividad que se interesa por las ciencias sociales y los propios estudios de la ciencia. Bourdieu señaló que la reflexividad se presenta en cuanto se analizan los mismos agentes que constituyen un campo. En este caso, el campo científico y disciplinar son entendidos como espacios en donde predomina la lucha por los diversos capitales asociados a ellos. En estas luchas, el habitus constituye un elemento principal en la mantención, o no, de las estructuras y posiciones de los agentes involucrados (Bourdieu, 2003 y 2008) En este contexto, la culturación –previa y durante- de los agentes es decisiva en los órdenes (Bourdieu, 2003; Pérez, 2003) y desórdenes que se dan en el campo.

140

Respecto a que la reflexividad debería ser aplicada a los mismos estudios de la ciencia para poder explicar su propia posición (Arellano, 2007; Bourdieu, 2003; García, 2007; Iranzo, 1991; Velasco, 2004), Kreimer sostuvo que se encuentra una línea de investigaciones orientada a indagar acerca de la utilidad de estos estudios, los cuales han ido diversificándose con uno u otro interés (2007: 55). En este sentido, Arellano señaló que es una acción controversial pues existen diversas interpretaciones de los estudios (2007: 87).

Por su parte, Lynch señaló que la reflexividad es situada y supone la revelación de opciones no propiciadas (Lynch, 2000, en Arellano, 2007) A su vez, Velasco postuló que la reflexividad permitiría reconocer las condicionantes al pensamiento (2004: 40); en este sentido, el uso de la reflexividad en los estudios de la ciencia puede suponerse como autorregulación de sí misma.

La reflexividad como actividad orientada a la auto-observación implica una crítica. En cuanto la reflexividad es entendida como la exposición de las características del ser y hacer de, por ejemplo, un científico, en principio asume una descripción y de manera posterior puede asumirse un revisionismo y cuestionamiento de lo hecho y cómo abre la posibilidad de pensar eventos pasados alternativos y otros potencialmente posibles, es decir, se elabora un cuestionamiento acerca de que lo hecho y lo actual no constituye la única opción de realización. Así la crítica se presenta como proposición en base a la descripción en cuanto es posible pensar realidades diferentes.

La teoría crítica, al menos desde una aproximación de Horkheimer (2003) en relación con sus escritos de la tercera década del siglo pasado, se asume factible y

presente, si es que se adecúa a un tiempo espacio actual, aludiendo a otras posibilidades respecto de éste. En sí, el uso de los principios de la teoría crítica implica una descripción de una cuestión o situación y una alusión a realidades diferentes y relativas a ellas. Cabe resaltar que la teoría crítica y la reflexividad constituirían aspectos heterodoxos y éticos, en relación con el estudio de lo pensable y lo que se hace y no se hace en ciencia.

## 2. La ciencia, sus políticas y regulaciones

Desde diversas perspectivas se ha señalado que la ciencia es un producto cultural, o sea, es creada y recreada; por lo tanto, es un fenómeno histórico y sujeto al cambio y también presenta relaciones de subordinación. Algunos autores de constante revisión al respecto son Feyerabend, Khun, Lakatos y Popper. De acuerdo con Briones (1999), y en relación con lo expuesto más arriba, se pasa a exponer algunas de las ideas de estos autores.

El concepto de ciencia, junto al de revoluciones científicas, es asumido por Kuhn como una realidad social compartida por un grupo de personas denominado comunidad científica, con intereses afines en un espacio-tiempo condicionado por circunstancias históricas. En última instancia, el concepto de paradigma propuesto por Kuhn expresa que una comunidad científica comparte una serie de principios y normas para realizar investigación y teorizar respecto del tema de interés que comparten. Puede decirse que un paradigma se constituye a través de una concepción del objeto de estudio, un conjunto de teorías y una metodología que definen los problemas a estudiar y el modo de analizar los resultados de una investigación. Por añadidura, una comunidad de científicos comparte y se adhiere a un paradigma.

141

Los paradigmas son asumidos por las comunidades científicas, quienes lo imponen a nuevas generaciones mediante la educación, diversos tipos de medios de divulgación científica e incluso mediante la expulsión de quienes reniegan del paradigma predominante. Cuando un paradigma en cuestión no da respuesta a determinados problemas, es reemplazado por otro. Ahora, este cambio puede ser total o parcial, es decir, pueden mantenerse algunas partes del paradigma predominante. Es así como puede suceder que determinada comunidad científica llegue a un consenso decidiendo un cambio paradigmático, o que una fracción de dicha comunidad científica se aparte y forme entonces una nueva escuela con un paradigma diferente.

Para Lakatos, el progreso científico está dado como un continuum, a través de un conjunto de reglas metodológicas que señalan qué camino seguir en la investigación y qué no seguir, es decir, heurística positiva y heurística negativa. Cada conjunto de reglas es un programa de investigación. Para Feyerabend, la construcción de programas de investigación están imbuida de valoraciones culturales, lo cual implica que sólo sean diferentes y no uno mejor que otro. A su vez, con Popper y su propuesta de falsabilidad de la ciencia se encuentra otro aspecto en relación con el carácter provisorio de las teorías científicas, entre otros de la ciencia.

Otro autor de renombre en el ámbito de la historia y la filosofía de la ciencia es Laudan. Ha sido destacado por Guillaumin (2008) y Molina (1994) en relación con sus aportes relativos a temas del cambio de las ciencias, en términos de “progreso científico” y “tradiciones teóricas”, entre otros. Con su propuesta de evaluación del progreso científico y el naturalismo normativo, alude a que tanto la historia como la filosofía de la ciencia concuerdan en la discusión en cuanto a las características de cambio que presenta la ciencia en general y, en particular, respecto de la racionalidad científica y su conocimiento (Guillaumin, 2008; Molina, 1994)

A propósito de la propuesta de Laudan y respecto de la evaluación de teorías y disciplinas, se deja de manifiesto el espacio para la jerarquización de las disciplinas y sus prioridades dentro de ellas. En ese sentido, el concepto de racionalidad científica también remite a la historicidad y las regulaciones en ciencias, en tanto que es aceptado que las “racionalidades científicas” son modificadas en el transcurrir del tiempo.

Por su parte, Saldivia señaló que las relaciones de “subordinación” son el fundamento de las clasificaciones de las ciencias y que éste se basa en los objetos de estudio, métodos y “los propósitos a los cuales se desea que la ciencia se someta” (2009: 210). Saldivia sostiene que organizaciones como FONDECYT ordenan las disciplinas para orientar sus objetivos y distribuir los recursos para su logro y agrega que “son ordenaciones momentáneas (...) unas más lógicas y rigurosas que otras (...) útiles y convenientes en cada contexto histórico” (2009: 216).

142

Respecto de las ciencias sociales, Wallerstein, mediante el Informe de la comisión Gulbenkian para la reestructuración de las ciencias sociales, dio cuenta del desarrollo de las ciencias sociales desde el siglo XVIII hasta la actualidad, definiendo tres periodos, el último caracterizado por la disciplinariedad como organización del saber y la complejidad asociada a la tendencia interdisciplinar. Al igual que Saldivia (2009), señala que en este proceso se han ido definiendo modalidades en función de la obtención de recursos y abordajes temáticos (2006: 19).

Desde la bibliografía, las principales tesis referidas a las políticas científicas como regulación, involucran aspectos pertinentes tanto a nivel global y regional como nacional. Albornoz señaló el inicio de la política científica contemporánea con la Segunda Guerra Mundial y añadió que los principales referentes han sido la OCDE y la UNESCO, organizaciones que han promovido lineamientos y homogeneizado criterios y normas; en esta dinámica, se ha tendido a replicar las políticas de un país a otro, con ciertas diferencias (2007: 51, 58).

Hoy predomina una tendencia hacia la innovación, la cual se conoce como el fomento de I+D+i; en este proceso los países han creado los “sistemas de innovación” que involucran la planificación de la ciencia y la tecnología. Se ha priorizado la creación de la infraestructura necesaria -sobre todo en la década del 80- y la formación de capital humano a nivel de posgrado (Albornoz, 2007; Cimoli *et al.*, 2007). En este desarrollo, se establece una fuerte relación entre ciencia, Estado y sociedad, en donde se espera que la ciencia y la tecnología sean un motor de desarrollo social y económico (Albornoz, 2007; Carrizo, 2004).



Diversos autores han señalado la necesidad de equilibrar la autonomía de la ciencia y la demanda por resultados prácticos que beneficien a la sociedad (Albornoz, 2007; Carrizo, 2004; Mitcham y Briggie, 2007). En este contexto, y mediante las reflexiones acerca de que la ciencia y la tecnología influyen en los modos de vida, surgen los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) (Albornoz, 2007: 60). Al respecto, cuestionamientos acerca de qué áreas, para qué, con quiénes y en qué proporciones priorizar son constantes, pues se entiende que los recursos son finitos y existen diversas demandas de financiamiento; esto tiene especial importancia al considerar que los Estados han sido los principales financistas en América Latina y el Caribe. Las políticas de ciencia, tecnología e innovación son tratadas como otras políticas públicas. Están sujetas a cuestionamientos en la definición de sus agendas y se derivan de los diversos intereses involucrados. Se ha señalado que a diferentes actores involucrados existen diversas lógicas y “culturas” (Albornoz, 2007; Borón, 2006; Carrizo, 2004; Mitcham y Briggie, 2007). Los principales agentes serían la comunidad científica, el Estado, la ciudadanía y las empresas, los que de alguna u otra manera influirían en la definición de las políticas involucradas. Cabe preguntarse quiénes tienen mayor injerencia al respecto.

Carrizo señaló que deben estudiarse los factores potenciadores e inhibidores para el diálogo entre los agentes involucrados en las políticas de ciencia y tecnología y, a su vez, generar un cambio en sus percepciones mutuas, las cuales serían el principal obstáculo para el acuerdo. En este sentido, los estereotipos serían una forma constante desde la cual los actores se relacionan. Sumados a la desconfianza entre unos y otros, constituirían asuntos a tratar para desarrollar un entendimiento y una adecuada base para la definición de las políticas (2004: 8-12).

143

Respecto al particular de las regulaciones al conocimiento, Bergel (2007), al poner en valor el desarrollo de ideas heterodoxas y su importancia en el desarrollo de la ciencia, y aunque no alude al término regulaciones, expuso de manera certera algunas regulaciones al conocimiento y sus maneras de funcionar. Señala que la genialidad no es propiciada desde las perspectivas ortodoxas y que las ideas heterodoxas, asociadas a la genialidad, como diverso de la ciencia normal, son en consecuencia relegadas. De su reflexión se tomó que lo ortodoxo se corresponde con las regulaciones y lo heterodoxo con lo relegado por las primeras. Veamos algunas regulaciones, desde lo expuesto por Bergel: “a) resistencia al cambio: éste es un mecanismo psicológico” (2007: 643). Este fenómeno aquí se asume como una regulación de orden cognitivo que puede involucrar convenciones sociales, como el siguiente ejemplo: “e) la comunidad científica, por las presiones sociales, hace que sus miembros vean todos del mismo modo, y tengan estructuras conceptuales semejantes” (2007: 643). Es decir, lo anterior refleja un tipo de regulación de orden institucional asociado a uno de tipo cognitivo: “f) a estas causas mayores se agregan otras, tales como la raza, la religión y la nacionalidad del nuevo genio, cuando no la envidia, la ignorancia, la rivalidad científica y otras no menos deleznable miseria humanas” (2007: 644).

Acerca de las maneras en que se materializan algunas regulaciones y relacionado con los investigadores afectados, Bergel destaca que se les niega o elimina de los centros de investigación cuando “éstos comienzan a mostrar tendencias ‘peligrosas’”

(2007: 646). Si ingresan “sutilmente se los priva de recursos económicos para sus trabajos” y “están proscriptos en la inmensa mayoría de las publicaciones científicas” (2007: 646 - 647).

Las tendencias en el conocimiento son propiciadas desde posicionamientos ortodoxos, evitando la producción de conocimiento en temas que son considerados heterodoxos, significados como contrarios a los órdenes imperantes en el campo de la ciencia y en particular en los campos disciplinares, en donde las regulaciones de tipo académicas, en los ámbitos formativos, curriculares y de tradiciones intelectuales, serían las más notables e influyentes en los investigadores. Considerado lo anterior y de acuerdo con Brunner (1986), las opciones investigativas están supeditadas al manejo de las tradiciones intelectuales y al acceso de los recursos para investigación mediante “relaciones de recurso”, las cuales, desarrolladas en los diversos campos del saber, suelen favorecer a los aspectos ortodoxos en desmedro de los heterodoxos.

Como actividad de reflexión con orientaciones prácticas, la reflexividad crítica puede estar presente de manera continua y considerada en variados ámbitos con el fin de matizar posicionamientos ortodoxos. La reflexividad crítica alude a la posibilidad de cambio en cuanto es posible reconocer el valor de la diferencia. Mediante la reflexión crítica y ética respecto de lo actual y lo posible, se interpela el *statu quo* del conocimiento disciplinar y al *ethos* académico.

144

La investigación y el conocimiento se encuentran sujetos a diversas regulaciones. Las hay de tipo político estatal y gubernamental en la definición de agendas de prioridades y asignación de recursos; de tipo económico y comercial mediante la demanda del mercado; de tipo social, vinculadas a necesidades y valoraciones propias de la ciudadanía; de tipo étnico; de tipo institucional, vinculadas a las tradiciones académicas y otras como agencias estatales (Conicyt en Chile); y de tipo cognitivo, vinculadas a las capacidades de los investigadores en cuanto a inteligencia, manejo teórico y metodológico e intereses personales.

Aunque desde la bibliografía revisada las regulaciones no son objeto primario de estudio o de ordenamiento argumental, es posible identificarlas y reconocer su importancia en el campo de la investigación.<sup>4</sup> El concepto de regulación -y sus tipologías al respecto- ha sido trabajado de manera sistemática desde la psicología y

---

4. En relación con las elecciones relativas a temas de investigación, puede consultarse a Duarte (2013). Desde una perspectiva que enfatiza los “factores determinantes” en términos de “internos” y “externos” respecto de la “actitud emprendedora investigativa”, el autor expone una serie de indicadores al respecto y destaca que, en el caso de Paraguay, los “recursos” –sobre todo financieros- serían primordiales a la hora de las elecciones y acciones investigativas. Para el caso de Chile, Brunner (1986) también sostiene que el factor financiero es primordial. En 1996 señaló como regulación lo político estatal y en 2006 hizo lo propio con lo económico y lo académico; en ambos casos utilizó el término “regulación” en lugar de “factores” (término usado en 1986). Por último, Rama en 2009 se refiere a la “regulación académica”, la “regulación internacional y regional”, la “regulación del mercado y profesional” y la “regulación estatal gubernamental” como parte de las “oleadas reguladoras de la educación superior en América Latina”.

la economía. Véanse, por ejemplo, el *Diccionario Akal de Psicología*, de Doron y Parrot (2008), y *Principios de regulación económica en la Unión Europea*, de Juan de la Cruz Ferrer (2002).

### 3. Ciencias sociales en América Latina

Las ciencias sociales en América Latina en general han sido desarrolladas con un carácter eurocéntrico. Una de las principales críticas a esto se refiere al intento de imponer las teorías del progreso (Oyanedel, 2003; Wallerstein, 2000), las cuales tienen cierta visibilidad en las políticas de I+D+i. Las ciencias sociales en América Latina se encuentran supeditadas en gran medida a las agencias financieras y los proyectos de investigación responden a los intereses de quienes los financian (Borón, 2006; Cordero, 2008). Borón afirmó que esto influye a nivel temático, teórico y metodológico, “incluso el estilo, el lenguaje y las palabras políticamente correctas que deben ser utilizadas” (2006: 5); estos factores son condicionados por agencias como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (2006).

El modelo impulsado es del tipo consultoría, en concordancia con el mercado (Albornoz, 2007; Cimoli *et al.*, 2007; Cordero, 2008; Oyanedel, 2003). Oyanedel sostuvo que se dan dos tipos de intelectuales: el “oficial”, asociado a las esferas de poder, y el “marginal”, que discute con el anterior (2003: 16). Los de tipo oficial irían marcando tendencias, sobre todo en aquellos investigadores de poca experiencia y que desean abrirse paso en la competencia por los recursos.<sup>5</sup>

145

Por su parte, Devés (2009) sostiene que no se tiene conciencia de la producción del conocimiento local y regional y que esta producción no es capitalizada. Afirma que en el plano de pensamiento teórico internacional la producción es reducida y concluye que esto influye en la escasa o nula injerencia que como región se tiene en la toma de decisiones a nivel internacional.<sup>6</sup> A su vez, Cordero (2008) planteó que en América Latina existe una dispersión teórica y temática que refleja divisiones sociales pero también tolerancia a la divergencia, en donde se han destacado dos tendencias de gran influencia en el pensamiento sociológico, la teoría de la dependencia y el desarrollismo, ambas opacadas en la última década por el “capitalismo mundial”.

#### 3.1. Ciencias sociales en Chile: regulaciones y aspectos temáticos

Considerando los aspectos regulatorios mencionados como atingentes, en Chile las particularidades al respecto son diversas según su historicidad. Desde una revisión de textos atingentes, puede destacarse que la producción en “ciencias sociales” -como concepto articulador que va desde 1960 hasta 2010 y respecto de temas de estudio-, se concentra en la década del 80 para casi desaparecer en la del 90 y

---

5. A este respecto, es interesante lo señalado por Emilio Lamo de Espinoza (1998) en relación con la predicción de las ciencias sociales y su efecto en la sociedad.

6. El autor señaló que la creación de una internacional del conocimiento sería una buena señal al respecto.

retomar con escaso ánimo durante el segundo lustro de este siglo. En los 80, es notable la producción en relación con la “sociología” como concepto articulador, el cual es utilizado por varios autores de manera extensiva para referirse a las ciencias sociales. Cabe destacar que el concepto de “ciencias humanas” no se menciona. A nivel general, la producción se concentra en la década del 2000 y se orienta desde los conceptos de universidad, carrera académica y acreditación.

Los estudios propiciados para indagar en relación con las ciencias en Chile muestran que el conocimiento ha sido condicionado, coincidiendo en que su producción se encuentra sujeto a factores políticos, económicos, institucionales e internacionales asociados a factores propios de la historicidad del país.<sup>7</sup> Varios autores se refirieron a tres fases de desarrollo de las ciencias sociales en Chile.<sup>8</sup> La primera es denominada fundacional y caracterizada por una relativa autonomía en cuanto a temáticas y abordajes de estudio y por un apoyo financiero en alza. La segunda, relacionada con una gran influencia política, afectó de manera directa las temáticas y sus maneras de abordarlas y generó un desmejoramiento en el financiamiento y un estancamiento general de las ciencias sociales. Además, la privatización de la educación y el surgimiento de centros de estudio extra-universitarios fomentó una competencia por la obtención de los recursos. La tercera fase, identificada por Garretón desde la década del 90 y hasta 2004, se caracteriza por una reorganización de las ciencias sociales en relación con su institucionalidad, su apertura temática y la continuación de las políticas económicas. Cabe preguntarse por la condición de las ciencias sociales en Chile desde 2005 a la fecha.

146

Al particular del financiamiento y la institucionalidad como regulaciones, diversos autores sostuvieron que el factor financiamiento está relacionado de manera directa con los temas y las perspectivas de estudio y es menor en relación con las ciencias naturales (Brunner, 1986; Garretón, 2005; Ramos-Zincke, 2008).<sup>9</sup> A su vez, Ramos-Zincke *et al.* afirmaron que la institucionalidad es gran responsable de la “reproducción” de un “orden positivista” (2008: 179).

Por su parte, Brunner señaló que el desarrollo del campo se debe más a estrategias individuales e institucionales, en relación con los recursos destinados a la continuación de investigaciones, más que a la especialización del campo en sí (1986: 25). Agrega que han regido de manera predominante dos criterios para la asignación de recursos para investigación: deben justificar su “impacto social esperado”, relacionado a la solución de un problema negociado como relevante y estar orientados a un grupo objetivo, en general ubicado en los sectores más pobres (1986: 37). Afirmó que los “mecanismos de financiamiento” y el “clima organizacional” son decisivos en la producción de investigación (1986: 42). Sostuvo que muchos

---

7. Entre otros: Baño, 1984; Brunner, 1986; Courard y Frohman, 1999; Farías, 2004; Garretón, 2005; Ramos-Zincke *et al.*, 2008; Saldívia, 2009.

8. Baño, 1984; Brunner, 1986; Courard y Frohman, 1999; y Garretón, 2005.

9. Como en todos los países de América Latina, en Chile existe una institución general que regula la ciencia a nivel estatal: Conicyt.

investigadores están más orientados a conseguir y mantener las “relaciones de recurso” y “monopolios temáticos” que a la investigación (1986: 42-43).

#### 4. Antecedentes bibliográficos en el ámbito antropológico

La antropología en los estudios de la ciencia ha tenido cierto desarrollo y, en este sentido, Escobar sostiene que tienen cierta institucionalización en el ámbito de la American Anthropological Association, que la mayoría de los estudios se han realizado en los países industrializados y que en América Latina existe un cierto crecimiento en este ámbito (2005: 19).

Mencionado ya el trabajo de Latour con su antropología de la ciencia, relacionada con los estudios de laboratorio, o, en palabras de Ferreira, etnografía de laboratorio (Ferreira, 2001 y 2007), aquí se agrega que Latour señaló que es el estudio de la “logística”, lo indispensable para conocer la “lógica” de la ciencia (2001: 123), en la cual deben estudiarse tanto los “instrumentos, colegas, aliados, público” como el contenido conceptual (2001: 120).

Por su parte, Ferreira propuso en 2001 una antropología del conocimiento científico (ACC) y en 2007 una antropología de la ciencia (AC) En ambos casos, su propuesta parte de la crítica al trabajo de Latour en términos metodológicos; el aporte de Ferreira consiste en señalar que, antes de ir al laboratorio, es preciso conocer el lenguaje utilizado allí, por lo que propone conocer in situ la dinámica de formación de los científicos. Esto implica que el investigador llegue a ser sujeto y objeto de estudio a la vez, es decir, realizar una “participación observante”. Ferreira propuso una metodología “autobservacional” que consiste en poner en práctica una “reflexividad de segundo orden”, una reflexividad “constitutiva de las prácticas” (Ferreira, 2001, 2007).

147

Habiendo analizado los textos de Neufeld y Wallace (1998), Capel (2009), Restrepo (2006), Cardoso (2000) en Restrepo (2006), Lins y Escobar (2008), Stoking (2002) y los de la Red Mexicana de Instituciones de Formación de Antropólogos (2006) -considerados como producidos fuera de Chile-, y los de Berdichewsky (1980), Orellana (1983, 1997), Gundermann y González (2009), Durán y Berho (2010), Garbulsky (2000), Skewes (2004) y Santibáñez *et al.* (2007) -en el ámbito de la producción en Chile-, puede concluirse que el asunto de la reflexión sobre la antropología pasa por considerarla como una disciplina con características de:

- historicidad, donde se vinculan aspectos individuales y convenciones sociales
- regulaciones, influencias de tipo societal, estatal, empresarial y académicas en los ámbitos social, político, económico y académico
- relaciones hegemónicas, que determinan definición, producción y circulación de conocimiento
- características propias de los investigadores, aspectos cognitivos heredados y adquiridos

- discusiones de delimitación disciplinar
- tendencias actuales en alguna dinámica pro intervención
- cierta reflexividad y autocrítica en antropología

Respecto a los textos analizados y en referencia a Chile, éstos dan cuenta de cómo el desarrollo de la antropología en Chile ha estado influenciado de manera principal por dos factores: disciplinarios con influencia internacional y factores histórico-políticos nacionales. En síntesis, los artículos exponen una posición tendiente a la aplicación y la reflexión. En el sentido de la intervención de lo social, la clara explicitación de temas con un marcado carácter local es una constante que nos remite a regulaciones al conocimiento y, en particular, a las de tipo institucional-disciplinaria y políticas en cuanto a orientaciones prescriptivas en el quehacer antropológico. En estos posicionamientos práxicos, existen diferencias de tipo teóricas, ideológicas, epistemológicas y valoraciones personales.

Desde la bibliografía, es notorio que la antropología en Chile ha sido desarrollada desde dos grandes influencias teórico-temáticas: la arqueología y la antropología social. Esto se evidencia también mediante el análisis de las ofertas académicas actuales en antropología.

## 5. Resultados de investigación en el caso de la antropología en Chile

148

Reconsiderando y complementando algunas premisas del estudio, tenemos que el conocimiento, como producto y resultado de la investigación, como proceso y conjunto de relaciones entre quienes tienen injerencia en ella -además de las condicionantes materiales-, está supeditado a diversas regulaciones que determinan prioridades, relegando temas y perspectivas de estudio. Algunas de estas regulaciones son explícitas, como políticas públicas y tradiciones curriculares académicas; otras son implícitas, como intereses personales y capacidades individuales. En este sentido, el habitus académico aludiría a ambos aspectos.

En síntesis, el conocimiento es situado, responde a diversas circunstancias interesadas y no interesadas y se produce en dinámicas campales mediante relaciones de recurso; así, los diversos capitales son conjugados de acuerdo al habitus de los agentes involucrados. La ciencia como aspecto cultural ha ido desarrollando un ámbito de estudio denominado estudios de la ciencia, los cuales han aportado al esclarecimiento de estas dinámicas. Desde la diversidad de acercamientos de estos estudios, se constata que la antropología participa de ellos, también sin una unidad teórica ni metodológica, pero, al igual que las diversas sociologías que predominan en el ámbito, está centrada de manera principal en la ciencia y la tecnología, asociadas ambas a las ciencias “duras” ya mencionadas.

---

10. En referencia a los textos señalados como de producción en Chile.

En el caso de Chile, el examen de los estudios con respecto a las ciencias sociales denota que la primacía se encuentra en la sociología como disciplina, pero en general los señalamientos proponen una extensión de la información hacia otras ciencias como la antropología. A su vez, desde la antropología, las categorías de crítica, objeto de estudio y fronteras disciplinares, entre otros conceptos, van perfilando el estado de las cuestiones y la situación.

Teniendo como referente la antropología en Chile, se constató que la bibliografía producida al respecto es escasa y poco sistematizada, lo cual se evidencia en la casi nula alusión de unos autores respecto de otros y en relación con estudios de índoles similares.<sup>10</sup> Por este motivo, la propuesta específica de un estudio del conocimiento disciplinar de la antropología en Chile adquirió sentido y relevancia.

### **5.1. Respetto de las regulaciones al conocimiento**

Los tipos de regulaciones identificados en el estudio empírico coinciden con los de la bibliografía. Se encontraron las regulaciones de tipo social o ciudadana, económica, política, institucional y cognitiva, destacando en este estudio lo político, lo institucional y lo cognitivo. Fue posible identificar categorías no habidas en el acervo teórico, se identificaron como tipos de regulaciones, complementando así la tipología dada hasta el momento: los tipos “género” y “natural”. En otros estudios, sería necesario profundizar en estos tipos de regulaciones.

Otros aspectos novedosos están referidos a las relaciones entre las regulaciones, por ejemplo: en su vinculación con las de tipo institucional académico y en el ámbito de la formación de los entrevistados. Se destacaron las influencias políticas del último período dictatorial castrense. Todos los entrevistados también expresaron las regulaciones de tipo cognitivo, que de una u otra manera se vinculan con los de tipo institucional, político y económico, por ejemplo: el cómo la formación influye en el ámbito cognitivo del estudiante, cómo lo político estatal influye en la academia y cómo lo económico influye en la elección de temas, con su consecuente ajuste cognitivo para adecuarse a las demandas del medio.

149

Puede señalarse que se da una constante pugna entre lo cognitivo y lo institucional, sea académico u otro (por ejemplo, Conicyt), es decir, una lucha entre el “querer” y el “deber”. En este sentido, se aludió a las intenciones y los egos involucrados como regulaciones internas en relación con las “demandas del medio” institucional como regulaciones externas. Se señaló que en la actualidad la formación disciplinaria sería una de las regulaciones más influyentes, tanto a nivel curricular como en aspectos de magisterio y la figura de mentores. En el ámbito laboral, se destacó la vinculación con la regulación de tipo económico.

Respetto de las regulaciones al conocimiento en antropología en Chile, puede afirmarse que tienen directa relación con eventos político históricos nacionales, en conjunción con influencias internacionales de tipo políticas y académicas. En este panorama, estos dos tipos de regulaciones se destacan, junto a lo financiero, como aspectos cruciales en la definición de lo investigable y cómo hacerlo. Relacionado a lo anterior, los aspectos cognitivos se destacan en tanto que representa la condición

individual y personal en la toma de decisiones respecto de las regulaciones políticas y académicas y dentro del margen de opciones que estas regulaciones dejan. Profundizando en los aspectos institucionales académicos, se señala que faltan herramientas conceptuales para desarrollar ciertos temas.

En Chile, desde algunos investigadores en antropología, al igual que Duarte (2013) para el caso de Paraguay respecto de las ciencias en general, se considera que el financiamiento sería una principal regulación al conocimiento. En la reacción a estas regulaciones, los investigadores regulan de manera cognitiva una posible participación de los procesos relativos a la producción del conocimiento, mediante la “actualidad” como estrategia aprendida para optar al financiamiento.

Del análisis resaltaron las siguientes categorías en tanto su capacidad de englobar al conjunto de las regulaciones al conocimiento en antropología en Chile:

- Intereses personales (influencia familiar y opciones actuales)
- Formación disciplinaria (modas intelectuales, disciplinación)
- Historicidad (por ejemplo: contingencia nacional, sea de tipo política o natural)
- Financiamiento (acceso a recursos, posibilidad de realizar investigación y de participar de los circuitos intelectuales, manutención)

150

Estas categorías señalan las dinámicas de regulaciones que afectan la producción de conocimiento en la antropología en Chile.

La unificación y relación entre las categorías nos permite apreciar que las regulaciones al conocimiento comienzan en la niñez. A su vez, esta unificación como discurso muestra que hay una sucesión de regulaciones, pero también cierta simultaneidad. En este contexto y de acuerdo con Bergel (2007), se da una pugna entre la ortodoxia mediante la institucionalidad y la heterodoxia mediante las capacidades y los intereses personales.

## 5.2. Respetto de los temas señalados como relegados<sup>11</sup>

Es necesario recordar que los únicos referentes bibliográficos relativos a Chile y que aluden a temas relegados o “ausentes”, en términos de Skewes (2004), corresponden a este mismo autor y a Santibáñez *et al.* (2007). Skewes aludió a una antropología de las creencias, del arte, de la política y de algunos relacionados con las TIC; Santibáñez *et al.* aludieron a las TIC, la política y el parentesco.

Las expresiones relativas a temas relegados pueden agruparse en conjuntos de temas. Estos conjuntos, caracterizados por una categoría que los reúne, pueden

---

11. Para conocer en detalle los temas señalados como relegados, éstos pueden ser solicitados al autor por correo electrónico.



considerarse áreas temáticas. Se agruparon los temas señalados como relegados mediante las categorías de “política”, “étnico”, “parentesco”, “TIC”, “economía” y “estudios de ciencia”. Por último, se sumó una categoría denominada “otros temas”, en la cual se agruparon temas diversos, que caerían fuera de las categorías principales y tuvieron poca representación en el conjunto de la data.

Respecto a los estudios de la ciencia, algunos están referidos a la ciencia en general, pero la mayoría se refiere a la misma antropología. Al comparar el estudio de la antropología en Chile con la internacional se afirma: “no hay una línea de antropología que investigue a los antropólogos ni a la antropología”. Esta última sentencia se condice con lo revisado en el apartado bibliográfico; a este respecto, el estudio de Santibáñez *et al.*, quienes abordaron el tema de la profesionalización de los antropólogos, constituye el único referente encontrado acerca del tema.

La cantidad de temas, que para efectos de presentación fueron agrupados, abarca una gama de niveles de análisis, desde los que se preguntan por grupos definidos de actores, hasta aquellos que requieren una visión más global.

Respecto a las razones por las cuales ciertos temas no son tratados, se alude a regulaciones políticas, institucional-académicas y cognitivas asociadas, “porque no es relevante políticamente, no parece como muy interesante desde el punto de vista digamos de la globalización”. ¿Por qué no es relevante ni interesante? “Estos aspectos de la realidad no se consideran porque no existen, porque no son vistos, porque no han sido conceptuados, porque hay un hábito de pensamiento que dice, esto es lo que hay que hacer, esto no hay que hacer.”

151

Dentro de la diversidad de temas expuestos, en síntesis, los temas asociados a la política (al poder), ya sea tanto a nivel institucional académico como a nivel de Estado, o asociado a lo económico como lo empresarial, también a nivel interpersonal fueron expresados por casi todos los entrevistados. Es necesario reflexionar sobre la posición destacada que adquiere lo político frente a otros tipos de regulaciones en los procesos de investigación. La regulación política tanto a nivel externo como interno puede ser considerada como de primer orden en la relegación de temas.

En cuanto a la tendencia de los temas, en su mayoría está relacionada con la antropología social y cultural antes que con la arqueología. Esto es coherente considerando la composición de la muestra en cuanto a especialidades, lo cual responde, a su vez, a que la antropología en Chile ha sido desarrollada de manera principal en dos de sus grandes campos: antropología social y arqueología, teniendo la primera más presencia en las ofertas académicas.

## Reflexiones finales

Fue posible describir aspectos condicionantes, determinantes y definitorios de la antropología en Chile en cuanto a producción de conocimiento. Las principales regulaciones -naturales, políticas, económicas, sociales y ciudadanas, étnicas, institucionales, de género y cognitivas- suelen aparecer relacionadas entre ellas, o

entre algunas de ellas, destacándose las institucionales en conjunción con las cognitivas y también las políticas en conjunción con las cognitivas.

Aunque no hubo alusiones expresas referidas a las consecuencias de no estudiar la dinámica de la propia disciplina y sus actores, puede inferirse que dejar de lado esta temática implica desconocer y no hacerse cargo de la situación de la disciplina y cuestiones disciplinares de alcance internacional, lo cual redundaría en su desarrollo acorde a la actualidad de Chile y en relación con el ámbito internacional.

Los dos ejes conceptuales de la investigación, es decir, regulaciones al conocimiento y temas relegados, están siempre relacionados y los aspectos cognitivos y políticos aparecen siempre como involucrados. Por una parte, esto se refiere al “querer” y al “deber”, y por otra al “querer” y al “poder”; en el primer caso, entendida la relación entre lo cognitivo y lo institucional, y en el segundo, entendida la relación entre lo cognitivo y lo político. La primera relación implica un carácter político en cuanto normativo y por lo tanto la implicancia de un deber acatar la norma; en la segunda relación pueden encontrarse aspectos volitivos; por lo tanto, lo cognitivo y lo político se expresan en principio desde las preferencias y potencialidades propias, en conjunción con las posibilidades de movilidad y generación de que dispone el sujeto en un ámbito social.

El poder en cuanto a lo político debe entenderse como aplicado en tres niveles: i) estatal, lo cual influye e incluye la contingencia territorial; ii) lo institucional en cuanto contexto normado dentro de un Estado, y en acuerdo o no con otros contextos internacionales, lo cual incluye las organizaciones académicas como universidades y otras unidades formativas y de investigación y otras atinentes como Conicyt; y iii) lo cognitivo en cuanto a inclinaciones individuales y personales asociado a lo volitivo.

Puede afirmarse que la regulación cognitiva es inherente a las decisiones relativas a los procesos de investigación, en tanto que las preferencias y capacidades de los investigadores se vinculan de una u otra manera en los requerimientos explícitos -o no- de las instancias en donde se enmarca un proceso de investigación.

¿Qué criterios priman en las elecciones relacionadas con las actividades involucradas en la producción del conocimiento? ¿Cuál es el verdadero alcance de las regulaciones cognitivas y en qué condiciones? En base a este estudio, puede afirmarse que los criterios que orientan las elecciones de los investigadores están dados tanto por las regulaciones de tipo interno, o sea, las de tipo cognitivo, como por ejemplo las por las de tipo externo, es decir, y de manera principal, aquellas de tipo institucional académico y político estatal, las cuales influyen en los ánimos cognitivos y posibilidades de los investigadores. Esto se relaciona con la posibilidad de ajustarse a las demandas del medio, en pos de ser considerados e incorporados a los circuitos de actividades relacionadas con la producción de conocimiento.

Las regulaciones cognitivas se ven influenciadas por factores internos y externos. Los primeros están relacionados con las capacidades propias de los investigadores y sus preferencias mediadas; los segundos refieren a las opciones que los investigadores tienen a su disposición por parte del medio en que se desenvuelven.

Así, lo cognitivo y lo institucional se encuentran en estrecha relación a la hora de tomar decisiones en cuanto a opciones investigativas.

Respecto de las regulaciones como causas de temas relegados, éstas reflejan los criterios para propiciar ciertos temas y pueden manifestarse mediante dos causas: por conocimiento o por desconocimiento. En la primera causa la facultad volitiva puede estar presente mediante las regulaciones internas, además de las influencias condicionantes de las regulaciones externas. En el caso de desconocimiento, puede estar operando alguna regulación de tipo institucional como la académica, por ejemplo a nivel formativo, influyendo en el desconocimiento de ciertos temas. Es necesario profundizar en las relaciones entre las dos causas mencionadas.

¿Por qué se relegan temas con conocimiento? Porque pueden representar amenazas para la ortodoxia, porque constituyen dominios heterodoxos que pueden cambiar la historia interna de las disciplinas y provocar cambios hegemónicos. También cabe el caso de que lo relegado se dé por el sentido de que lo investigado sea, según los mismos criterios, lo más pertinente para el estado de la situación y de las cuestiones ¿En función de qué y de quién?

Teniendo en evidencia que las regulaciones tratadas en la variada bibliografía fueron corroboradas en este estudio y que pudieron distinguirse aspectos novedosos relacionados, se indica que el tema debe ser desarrollado con más profundidad y complejizando las categorías con las que se le alude. Lo anterior podría provocar cambios importantes en cuanto a la producción de conocimiento en Chile y, en directa relación con las opciones temáticas, incluso esto puede extrapolarse a otros contextos. Si de manera escasa existe una revisión de lo que se ha hecho en investigación, aquí queda demostrado que no existe estudio que indague en los temas relegados ni en sus posibles implicancias.

153

Quedó demostrado que, en las tradiciones discursivas y prácticas de la ciencia en general, la antropología en particular, y en Chile en específico, el discurso y la práctica están mediados institucionalmente en conjunción con lo cognitivo, es decir, el querer y el deber se conjugan de una u otra forma en las actividades relativas a la producción del conocimiento. El conocimiento es invariablemente situado, lo cual es lógico, en tanto la ciencia es un resultado de la cultura.

La antropología como ciencia en Chile está sujeta a las mismas regulaciones al conocimiento que en los diferentes países donde han sido estudiados estos fenómenos; en dicho sentido, este estudio es un aporte a la discusión internacional de los temas relacionados con la producción de conocimiento y trae antecedentes novedosos válidos tanto para el caso de Chile como para la comunidad internacional.

El estudio de regulaciones al conocimiento y temas relegados alude a lo inacabado de la ciencia, a sus dimensiones culturales; alude a la reflexividad con que debería asumirse el conocer la realidad. En el caso de la antropología como disciplina en Chile, el estudio de estos fenómenos nos habla de una disciplina influida por sus precursores, formados en el extranjero y vinculados a la llamada “matriz disciplinar”.

¿Cómo ir desarrollando una antropología chilena? Mediante procesos de reflexividad. En el caso de esta investigación, se aludió a las regulaciones al conocimiento y a los temas relegados; estos temas relegados representan la capacidad de pensar no sólo en lo que se hace, sino en las posibilidades de algo más: son una muestra de posibilidades diversas en el desarrollo de la antropología chilena. Estos procesos bien pudieran considerar la creación de fondos regulares orientados a investigaciones de tipo heterodoxas. Son procesos que interpelan a una antropología chilena capaz de interactuar con otras antropologías y aportar a ellas.

Las relaciones entre regulaciones indican que estudios posteriores deben considerar el indagar acerca de la capacidad de influencia, de injerencia de cada tipo y caso. Lo anterior denota su prioridad al considerar la reflexión y producción de investigación en aumento, que, respecto de temas relacionados con la producción de conocimiento y la reflexividad asociada a ello, es posible observar a nivel internacional.

La realización de investigaciones en el marco de los estudios de conocimiento disciplinar, por ejemplo, y desde la reflexividad crítica en ciencias sociales, dedicadas a conocer en detalle cómo la institucionalidad académica influye en las temáticas, en la resistencia al cambio, en la formación de los investigadores y en los aspectos cognitivos asociados a ellos, sería pertinente para contribuir a una reflexividad crítica que permita hacerse cargo de temas relegados con potenciales implicancias, tanto para la disciplina antropológica como para la sociedad chilena.

154

Los estudios de conocimiento disciplinar y la reflexividad crítica en ciencias sociales, tal como sus nombres lo indican, son aplicables a otras disciplinas; en este sentido, tanto las regulaciones como los aspectos relegados afectan a cualquier disciplina que se encuentre relacionada en las dinámicas de la ciencia.

¿En qué condiciones está la institución académica en Chile como para implementar programas de investigación en una temática como la reflexividad crítica en ciencias sociales? No existen antecedentes de líneas programáticas específicas al respecto; en este sentido, la propuesta de los estudios de conocimiento disciplinar constituye puede dar lugar a una reflexión y líneas de acción al respecto. En relación a los avances a nivel internacional, es menester que la institucionalidad académica en Chile se haga cargo de estos temas para tener puntos de referencias que permitan dialogar con otras institucionalidades.

Preguntarse por temas relegados puede considerarse una crítica que plantea que hay otras opciones. Lo relegado en cierta forma nos remite al pasado pero alude a lo que es posible. La propuesta conceptual de los estudios de conocimiento disciplinar, la cual implica una reflexión sobre la identificación de procesos de ortodoxia y heterodoxia, puede considerarse una opción viable para las diversas disciplinas.

En lo general el antropólogo, así como todo investigador de hoy, trata de congeniar sus expectativas y capacidades cognitivas con las regulaciones operantes en las diversas institucionalidades a las que se vincula y que participan en procesos de regulación.

## Bibliografía

ALBORNOZ, M. (2007): "Los problemas de la ciencia y el poder", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 3, n° 8, pp. 47-65.

ARELLANO HERNÁNDEZ, A. (2007): "Por una reflexividad sin privilegios en los estudios de la ciencia y la tecnología latinoamericanos", *Redes*, vol. 13, n° 26, pp. 85-97.

ASÚA, M. (1993): *La historia de la ciencia. Fundamentos y transformaciones (II)*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina S. A.

AUGÉ, M. (2007): *El oficio de antropólogo*, Barcelona, España, Gedisa.

BAÑO, R. (1984): *Nuevos estilos y nuevos temas en los análisis de las ciencias sociales en la última década*. Disponible en: <http://fondo.flacso.cl>. Consultado el 24 de noviembre de 2009.

BERDICHEWSKY, B. (1980): "Situación y problemática de la antropología en Chile", *América indígena*, vol. 40, n° 2, pp. 308-327.

BERGEL, M. (2007): *Ensayo sociológico sobre el genio científico*. Disponible en: <http://www.ciencias.org.ar/user/files/34%20Bergel.pdf>. Consultado el 24 de noviembre de 2010.

BLANCO MERLO, J. R. (1994): *Una Aproximación a las Relaciones entre Ciencia y Sociedad: el Programa Fuerte en la Sociología del Conocimiento Científico*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

BLANCO MERLO, J. R. (2001): "Guerras de la ciencia, imposturas intelectuales y estudios de la ciencia", *Reis*, n° 94, pp. 129-152.

BORÓN, A. (2006): "Las ciencias sociales en la era neoliberal: entre la academia y el pensamiento crítico". Disponible en: <http://www.biblioteca.clacso.edu.ar/>. Consultado el 10 de agosto de 2010.

BOURDIEU, P. (2003): *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Editorial Anagrama.

BOURDIEU, P. (2008): *Homo academicus*, Buenos Aires, Siglo XXI Editores.

BRIONES, G. (1999): *Epistemología de las ciencias sociales*, Santa Fe de Bogotá, ICFES – ASCUN.

BRUNNER, J. J. (1986): "Factores que inciden en las temáticas en sociología en Chile". Disponible en: <http://fondo.flacso.cl>. Consultado el 20 de noviembre de 2009.

BRUNNER, J. J. (1996): "Investigación social y decisiones políticas: el mercado del conocimiento", *Nueva Sociedad*, n° 146, pp. 108-121.

CAPEL, H. (2009): "La antropología española y el magisterio de Claudio Esteva Fabregat. Estrategias institucionales y desarrollo intelectual en las disciplinas científicas", *Scripta Nova*, vol. 13, n° 287, pp. 1-98.

CARRIZO, L. (2004): "Producción de conocimiento y políticas públicas. Desafíos de la universidad para la gobernanza democrática", *Reencuentro*, n° 40, pp. 89-100.

CIMOLI, M., FERRAZ, J. C. y PRIMI, A. (2007): *Políticas de ciencia y tecnología en economías abiertas: la situación de América Latina y el Caribe*. Disponible en: <http://www.eclac.cl/iyd/noticias/paginas/5/31425/serie165esp.pdf>. Consultado el 13 de agosto de 2010.

CORDERO ULATE, A. (2008): *El paradigma inconcluso. Kuhn y la sociología en América Latina, Colección Lecturas de Ciencias Sociales*, Tomo II, Guatemala, Flacso.

COURARD, H. y FROHMAN, A. (1999): "Universidad y ciencias sociales en Chile, 1990–1995". Disponible en: <http://fondo.flacso.cl>. Consultado el 12 de noviembre de 2009.

DE LA CRUZ, J. (2002): *Principios de regulación económica en la Unión Europea*, Madrid, Instituto De Estudios Económicos.

156 DEVÉS VALDÉS, E. (2009): *La constitución de un pensamiento latinoamericano sobre asuntos internacionales*. Disponible en: <http://www.fder.edu.uy/contenido/rriii/pensamiento-lat-asuntos-internacionales.pdf>. Consultado el 13 de octubre de 2010.

DORON, R., y PARROT, F. (2008): *Diccionario Akal de Psicología*, Madrid, Ediciones Akal.

DURÁN, T. y BERHO, M. (2010): *Antropología interactiva: consciencia y práctica dual del rol del antropólogo en una sociedad multiétnica y multicultural*. Disponible en: <http://www.uctemuco.cl/portavozantropologico/articulos/antrinter.htm>. Consultado el 23 de agosto de 2011.

DUARTE, S. (2013): "Factores determinantes de la actitud emprendedora investigativa en científicos de Paraguay", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 23, n° 8, pp. 67-87.

ESCOBAR, A. (2005): "Bienvenidos a Cyberia. Notas para una antropología de la cibercultura", *RES*, n° 22, pp. 15-35.

FARÍAS, F. (2004): "La sociología chilena en la década de los noventa", *Cinta de Moebio*, n° 19. Disponible en: [www.moebio.uchile.cl](http://www.moebio.uchile.cl). Consultado el 13 de octubre de 2009.

FERREIRA, M. (2001): "Más allá del Laboratorio. La Antropología del Conocimiento Científico como apuesta Metodológica", *Política y Sociedad*, n° 37, pp. 105-126.

FERREIRA, M. (2007): "Antropología de la ciencia. Una investigación autoobservacional del proceso de formación de los científicos", *RAE*, n° 7, pp. 39-62. Disponible en: <http://www.ujen.es/huesped/rae/>. Consultado el 20 de julio de 2010.

GARBULSKY, E. (2000): "La antropología en la Universidad de Concepción (1967-1973). Apuntes de un participante", *Actas del 3er. Congreso Chileno de Antropología*, Santiago, vol. 1, pp. 200-210.

GARCÍA DÍAZ, P. (2007): *Bruno Latour y los límites de la descripción en el estudio de la ciencia*, Granada, Editorial de la Universidad de Granada.

GARRETÓN, M. (2005): *Las Ciencias Sociales en Chile. Institucionalización, ruptura y renacimiento*. Disponible en: <http://www.manuelantonioagarreton.cl/>. Consultado el 20 de noviembre de 2009.

GUILLAUMIN, G. (2008): "El naturalismo normativo y sus problemas (normativos)", *Signos filosóficos*, vol. 10, n° 20, pp. 95-119.

GUNDERMANN K., H., y GONZÁLEZ C., H. (2009): "Sujetos sociales andinos, antropología y antropólogos en Chile", *Alpha*, n° 29, pp. 105-122.

HARRIS, M. (2007): *Teorías sobre la cultura en la era postmoderna*, Barcelona, Crítica.

HORKHEIMER, M. (2003): *Teoría crítica*, Buenos Aires, Amorrortu editores.

157

IRANZO AMATRIAIN, J. M. (1991): *El giro sociológico en la teoría de la ciencia, ¿Una revolución en marcha?*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid.

JODAR, R., NÚÑEZ, J., y PITILLAS, C. (2004): "Propuesta de un modelo teórico de regulación cognitiva de emociones negativas.", en H. Barberá: *Motivos, emociones y procesos representacionales: de la teoría a la práctica*, Ed. Fundación Universidad-Empresa de Valencia, ADEIT, pp. 401-410.

KREIMER, P. (2007): "Estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina: ¿Para qué? ¿Para quién?", *Redes*, vol. 13, n° 26, pp. 55-64.

LAKATOS, I. (1989): *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza Editorial.

LAMO DE ESPINOSA, E. (1988): "Predicción, reflexividad y transparencia: La ciencia social como autoanálisis colectivo", *Reis*, n° 43, pp. 43-74. Disponible en: <http://www.reis.cis.es>. Consultado el 28 de abril de 2010.

LATOUR, B. (2001): *La esperanza de Pandora*, Barcelona, Gedisa.

LAUDAN, L. (1993): "La historia y la filosofía de la ciencia.", en M. Asúa (comp.): *La historia de la ciencia. Fundamentos y transformaciones (II)*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, pp. 183-200.

LÓPEZ, J. (1999): "Los estudios de ciencia tecnología y sociedad." *RIE*, nº 20, pp. 217-225. Disponible en: [www.oei.es](http://www.oei.es). Consultado el 21 de noviembre de 2011.

LINS RIBEIRO, G. y ESCOBAR, A. (2008): "Antropologías del mundo. Transformaciones disciplinarias dentro de sistemas de poder.", en G. Lins Ribeiro y A. Escobar (eds.): *Antropologías del mundo. Transformaciones disciplinarias dentro de sistemas de poder*, Colombia, Envión Editores 2008, CIESAS 2008. Disponible en: [www.ram-wan.net](http://www.ram-wan.net). Consultado el 12 de agosto de 2010.

MARCUS, G. y FISCHER, M. (1986): *La antropología como crítica cultural. Un momento experimental de las ciencias humanas*, Buenos Aires, Amorrortu.

MITCHAM, C. y BRIGGLE, A. (2007): "Ciencia y política: perspectiva histórica y modelos alternativos", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, vol. 3, nº 8, pp. 143-158.

MOLINA, F. (1994): "Los límites de una teoría del progreso." *Anuario filosófico*, nº 27, pp. 1007-1021. Disponible en: <http://dspace.unav.es/dspace/handle/10171/624>. Consultado el 30 de marzo de 2013.

NEUFELD, M. y WALLACE, S. (1998): "Antropología y ciencias sociales. De elaboraciones históricas, a herencias no queridas, a propuestas abiertas", en Neufeld, Grimberg, Tiscornia y Wallace (comps.): *Antropología Social y Política*, Buenos Aires, Eudeba, pp. 37-56.

ORELLANA RODRÍGUEZ, M. (1997): "Historia de la Arqueología en Chile", *Excerpta*, nº 7.

ORELLANA RODRÍGUEZ, M. (1983): *Investigadores y Teorías en la Arqueología de Chile*, Editorial Universidad de Chile.

OYANEDEL, J. C. (2003): *Los intelectuales, el mercado y poder en Chile 1960-2000*. Disponible en: <http://www.insumisos.com>. Consultado el 12 de septiembre de 2010.

PELIGERO, F. (2001-2002): "Las ciencias humanas y la antropología filosófica", *Anuario de Filosofía, Psicología y Sociología*, nº 4, pp. 17-34. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=790078>. Consultado el 9 de septiembre de 2012.

PÉREZ, E. (2003): "Breve caracterización del Campo Científico", *Aparte Rei*, nº 29. Disponible en: <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/>. Consultado el 11 de julio de 2010.

RAMA, C. (2009): "Nuevas oleadas reguladoras de la educación superior en América Latina", *Foro rectoral: Educación superior transnacional y el concepto de bien público*, Colombia, Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN) - Universidad CES. Disponible en: <http://claudio-rama.blogspot.com/2009/05/las-nuevas-oleadas-reguladoras-de-la.html>. Consultado el 10 de julio de 2011.



RAMOS-ZINCKE, C., CANALES, A., y PALESTINI, S. (2008): "El Campo de las Ciencias Sociales en Chile: ¿Convergencia disciplinar en la construcción del objetivo de estudio?", *Cinta de Moebio*, n° 33, pp. 171-194. Disponible en: [www.moebio.uchile.cl](http://www.moebio.uchile.cl). Consultado el 11 de octubre de 2009.

REDMIFA (2006): "Antropología de la Antropología (AdelA): Diagnóstico y perspectivas de la antropología en México". Disponible en: <http://adelaredmifa.org/>. Consultado el 13 de diciembre de 2012.

RESTREPO, E. (2006): "Diferencia, hegemonía y disciplinación en antropología", *Universitas humanística*, n° 62, pp. 43-70.

SALDIVIA, M., Z. (2009): "La antigua tarea de ordenar y clasificar a las ciencias", *UNIVERSUM*, n° 1, pp. 206-216.

SANTIBÁÑEZ, D., AEDO, A., ANIGSTEIN, M. y TORREJÓN, M. (2007): *Antropólogos sociales y antropología social en Chile: Perfiles profesionales de los egresados de la carrera de Antropología Social de Universidad de Chile*. Disponible en: <http://www2.facso.uchile.cl/postgrado/pulso/docs/perfiles.pdf>. Consultado el 11 de mayo de 2011.

SKEWES, J. C. (2004): "La enseñanza superior de la antropología", *Anales del Instituto de Chile*, vol. 24, n° 2, pp. 357-399.

STOCKING, G. (2002): "Delimitando la antropología: reflexiones históricas acerca de las fronteras de una disciplina sin fronteras", *Revista de Antropología Social*, n° 11, pp. 11-38.

VELASCO YÁÑEZ, D. (2004): "Reflexividad y reunificación de las ciencias sociales. La herencia intelectual de Pierre Bourdieu", *Metapolítica*, vol. 8, n° 33, pp. 37-48.

WALLERSTEIN, I. (2000): "El eurocentrismo y sus avatares: los dilemas de las ciencias sociales", *New Left Review*, n° 0, pp. 97-113.

WALLERSTEIN, I. (2006): *Abrir las ciencias sociales. Informe de la comisión Gulbenkian para la reestructuración de las ciencias sociales*, México DF, Siglo XXI.



## **Urgencia de transformar la educación en ciencias en Argentina**

## **Urgência de Transformar a Educação em Ciências na Argentina**

## ***The Urgent Need Of A Science Education Reform In Argentina***

**Norma Sbarbati Nudelman \***

En un futuro cercano, los niños y jóvenes de hoy serán los responsables de tomar decisiones y de promover y reforzar pautas para un desarrollo sustentable a nivel global. Frente a la urgencia de este desafío, científicos muy prestigiosos, incluidos varios Premios Nobel, se han comprometido fuertemente en lograr un cambio radical en la educación en ciencias a través de la promoción de la educación basada en la evidencia experimental, con la cual el alumno construye sus propios conocimientos. Con esta pedagogía, el estudiante adquiere las habilidades y competencias que requiere el mundo laboral moderno: creatividad; espíritu crítico; comunicación; trabajo en equipo; colección, registro y discusión de evidencias; solución de problemas; argumentación; iniciativa personal; aprendizaje colaborativo; solidaridad, emotividad; capacidad multi-tareas; flexibilidad; y liderazgo. Dado el carácter universal de la ciencia, su dominio y comprensión son muy valiosos en la búsqueda de un lenguaje común y en la construcción de una paz duradera entre los pueblos y del desarrollo sustentable para todo el planeta.

161

**Palabras clave:** educación en ciencias, transformación educativa, promoción social, habilidades innovadoras en el mercado laboral

---

\* Profesora titular plenaria en la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Investigadora superior del CONICET. Presidenta de la Comisión de Educación de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN). Miembro del *IAP SEP Global Council Board (Inter-Academic Partnership Science Education Program)*. Correo electrónico: nudelman@qo.fcen.uba.ar.

Em um futuro próximo, as crianças e jovens de hoje serão responsáveis pela tomada de decisões e pela promoção e reforço de orientações para um desenvolvimento sustentável global. Diante da urgência deste desafio, cientistas muito prestigiosos, incluídos vários Prêmios Nobel, comprometeram-se firmemente para atingir uma mudança radical na educação em ciências através da promoção da educação baseada na evidência experimental, com a qual o aluno constrói seus próprios conhecimentos. Com esta pedagogia, o estudante adquire as habilidades e competências requisitadas pelo mundo do trabalho moderno, entre elas: criatividade; espírito crítico; comunicação; trabalho em equipe; coleta, registro e discussão de evidências; solução de problemas; argumentação; iniciativa pessoal; aprendizagem colaborativa; solidariedade; emotividade; capacidade multitarefas; flexibilidade; e liderança. Em virtude do caráter universal da ciência, seu domínio e compreensão são muito valiosos na procura de uma linguagem comum e na construção de uma paz duradoura entre os povos e do desenvolvimento sustentável para todo o planeta.

**Palavras-chave:** educação em ciências, transformação educacional, promoção social, habilidades inovadoras no mercado de trabalho

*In the near future, children and teenagers will be in charge of making decisions, promoting and reinforcing guidelines for a global sustainable development. In facing this pressing challenge, prestigious scientists, including several Nobel laureates, have strongly committed to a radical change in science education through the promotion of experimental-evidence-based education where the students build their own knowledge. With this approach, the student develops skills and competencies required in today's labor market such as: creativity; critical thinking; communication; team work; evidence collection, recording and discussion; problem solving; debate; personal initiative; collaborative learning; solidarity; an emotional nature; a multi-tasking capacity; flexibility; and leadership. Given the universal nature of science, being fluent in it is invaluable in the search for a common language, in the building of a true and lasting peace and in creating a sustainable development for the world as a whole.*

**Key words:** science education, education reform, social promotion, innovative skills in the labor market

## 1. Retos actuales

El creciente aumento demográfico y el explosivo desarrollo de conflictos en distintas localidades del planeta interpela fuertemente a los científicos, educadores, tecnólogos, productores y a todos en general frente a desafíos globales como:

- a) el incremento de la población mundial, estimado en 9000 millones de personas para 2030. Esto implicará buscar y lograr innovadores desarrollos científico-tecnológicos para cubrir necesidades básicas, tales como: seguridad alimentaria, salud, acceso al agua potable, energía y agricultura sustentable, entre otras.
- b) los 17 objetivos globales establecidos en setiembre de 2015 por las Naciones Unidas para el período 2016-2030, entre los cuales pobreza, salud, educación de calidad para todos, equidad de género y acceso a la capacitación para lograr un empleo digno, entre otros, ponen el foco en desafíos esenciales para la educación en ciencias (UNESCO, 2015).
- c) el lema de “Erradicar la pobreza” de la Cumbre de Rio+20, que fue suscrito por 120 academias de ciencia que destacaron el rol de la ciencia, la tecnología y la innovación para lograr esos propósitos (Letter, 2013).
- d) la COP21 (París, 2015), que reconoció que el cambio climático de origen antropogénico requiere la adopción de medidas urgentes de mitigación y destacó la educación como un elemento clave de sensibilización social
- e) el Taller sobre Desarrollo Sustentable en la Academia Pontificia de Ciencias realizado en noviembre de 2015, que definió el lema “Los niños como agente de cambio” (PAS, 2015) para producir el imperioso cambio radical de hábitos y conducta social, para lo cual es crucial la educación en las escuelas desde el nivel inicial.
- f) el Foro de Políticas de Alto Nivel (HLPF) convocado por Naciones Unidas en Nueva York (ONU, 2016), que señaló como un mandato clave para los gobiernos de todos los países miembros reforzar la interfase con la ciencia para adoptar políticas adecuadas al ciudadano actual.

163

Estos son sólo unos pocos desafíos globales que los principales actores en este mundo globalizado han señalado como de urgente atención por la sociedad toda. Es imprescindible elaborar y proponer políticas de ciencia y tecnología, tanto a nivel nacional como regional, para abordar cada uno de esos y otros retos que surgen a diario. Dialogar sobre las distintas formas de alcanzar desarrollos sustentables se torna imperioso. En este contexto, urge modificar la educación en ciencias, para que los niños y jóvenes de hoy entiendan claramente esos desafíos ya que serán los responsables de mantener y promover pautas para un desarrollo sustentable en un futuro cercano y a nivel global.

## 2. Compromiso de los científicos

El explosivo desarrollo de las ciencias y las tecnologías de las últimas décadas ha creado una brecha cada vez mayor entre quienes tienen acceso a ellas y otras comunidades menos privilegiadas. Los niños que han nacido en las primeras décadas

del siglo XXI deberán asumir un futuro con enormes desafíos en los que ellos tendrán las principales responsabilidades entre 2030 y 2060. Quienes formamos parte de la comunidad científico-académica actual deberíamos contribuir a preparar mejor su camino para prevenir muchos de los problemas que ellos deberán resolver con urgencia cuando asuman el liderazgo de sus países y sociedades (Nudelman, 2014).

Mucho se habla en la actualidad del desarrollo sustentable, e importantísimos avances científico-tecnológicos se están haciendo con estos objetivos. Por eso es tan urgente producir un cambio radical en la forma de educación en ciencias: no podemos seguir utilizando metodologías del siglo XIX con los niños y jóvenes de este siglo. Vale la pena conocer los aportes recientes de las neurociencias con respecto a la educación (Battro, 2011) y la lectura de varios capítulos dedicados a la urgencia de este cometido para construir un desarrollo sustentable (Robinson, 2013).

Se ha calculado que, en la mitad del siglo XXI, la población del planeta alcanzaría unos 2000 millones más de seres humanos que el número de habitantes que viven actualmente. Es evidente que esto resultará en enormes demandas de alimentos, de agua potable, de energía y de todo lo que implica otorgar a esos seres humanos la posibilidad de una vida digna y útil. Muchos pensamos que el verdadero cambio de conducta que lleve a una civilización sustentable, debe nacer desde “abajo hacia arriba”, para que sea perdurable, y para ello la educación es esencial (PAS, 2015). Cuando el niño y el joven entienden las bases científicas de cada una de las recomendaciones, se les hace más fácil internalizarlas y adoptarlas.

164

Recordemos que el 25 de septiembre de 2015, 196 líderes mundiales se comprometieron con 17 objetivos globales para lograr tres metas extraordinarias en los próximos 15 años: erradicar la pobreza extrema, combatir la desigualdad y la injusticia y solucionar el cambio climático. Si en todas las escuelas del mundo los niños aprenden acerca de estos objetivos, los ayudaremos a convertirse en la generación que cambió el mundo (ONU, 2015). Es meritorio también, en este contexto, recordar una frase de Engelman (2013): “No parece tener mucho sentido pararse a analizar nuestros sentimientos viscerales sobre el futuro cuando podemos armar el hombro para asegurar que el mundo siga sustentando vida”.

### **3. Por qué es imperioso “transformar la educación en ciencias”**

El mundo laboral requiere muchas habilidades y competencias: creatividad; espíritu crítico; comunicación; trabajo en equipo; colección, registro y discusión de evidencias; exploración de preguntas; solución de problemas; argumentación; iniciativa personal; aprendizaje colaborativo; solidaridad; emotividad; capacidad multi-tareas; flexibilidad; liderazgo (GTS, 2016). Los distintos aspectos involucrados en la pedagogía de educación en STEM basada en la indagación y la evidencia experimental (IBSE) desarrollan las habilidades y competencias que se requieren para ingresar al actual mercado laboral (Nudelman, 2015).

Los jóvenes están constantemente expuestos a fuentes de información muy variadas y abundantes y deben ser capaces de examinar ese manantial de noticias

de todo tipo con un sentido crítico y bien informado, a fin de poder opinar y tomar decisiones responsablemente. No obstante, los maestros usualmente se quejan por la falta de interés en ciencia de sus alumnos; y a su vez muchas encuestas revelan que los estudiantes encuentran que la ciencia que le enseñan en la escuela no es relevante para ellos, no les interesa o les resulta aburrida. Niños y jóvenes están absolutamente fascinados por los avances tecnológicos de los que pueden disfrutar a diario (televisión, computadoras, teléfonos celulares, wifi, videojuegos, tablets) y hacen un intensivo uso de ellos, pero no encuentran que la enseñanza de ciencia que reciben en la escuela esté conectada con temas de su vida diaria. Para revertir esta falta de interés de los estudiantes con los conceptos de la ciencia y la tecnología, muchos científicos están colaborando actualmente con los educadores para promover el entusiasmo de niños y jóvenes en descubrir la fascinación de la ciencia, capacitándolos con los desarrollos en STEM más recientes. Las ciencias cognitivas y de la salud proporcionan hoy una mejor comprensión de la forma en que los niños crecen. Desde el nacimiento hacia adelante, desarrollan sus capacidades cognitivas para leer y escribir, pero también para razonar y desarrollar sus sentidos emocionales y empatía. Es imperioso tener presente estos hallazgos para modificar radicalmente la forma de enseñar (Nudelman, 2014).

Los recientes aportes de las neurociencias demuestran la plasticidad del cerebro humano (Battro, 2011) y su capacidad para emprender múltiples acciones, incluyendo la muy desarrollada habilidad digital en los niños y jóvenes. Esto impone cambios radicales en la educación y particularmente en la educación en STEM, que suele ser particularmente obsoleta. Numerosos congresos mundiales se están celebrando para abrir nuevos horizontes de innovación para la educación en ciencias (WISE, 2014; *STEM Education*, 2014) y su impacto en el desarrollo de los países. Se hace imperioso un cambio radical en la manera de enseñar ciencias; por eso hablamos de “educación en ciencias” en vez de “enseñanza de las ciencias”.

165

#### 4. Economía basada en el conocimiento

Está ampliamente reconocido el rol que juega el conocimiento científico-tecnológico en la actualidad y en la necesidad “de la investigación y la docencia abierta a la sociedad y sus demandas, así como a sus expresiones culturales” (Albornoz, 2014). Se habla mucho también de la “economía basada en el conocimiento” y por ello no sorprende el fuerte impacto sobre el desarrollo de la mejora de la educación en ciencias, que han producido decisiones económicas de alto nivel. Por ejemplo, en 2010 la *U.S. National Science Foundation*, la mayor agencia financiadora de proyectos de los Estados Unidos, le dio un fuerte impulso a esta iniciativa estableciendo que en adelante no se apoyará ningún proyecto de investigación científica que no muestre una contribución efectiva a la sociedad y su conexión con los educadores en ciencia. También la Unión Europea exige para los proyectos una dimensión social. En particular, el Programa HORIZON 2020 tiene como objetivos la construcción de capacidades y el desarrollo de formas innovadoras de conectar la ciencia con la sociedad. Es una prioridad del programa hacer la ciencia más atractiva para los jóvenes, incrementar el interés de la sociedad por la innovación y abrir nuevas actividades de investigación e innovación. Por otro lado, el *Higher Education*

*Funding Council* del Reino Unido anunció que a partir de 2013 no se financiará ningún proyecto que no demuestre claramente su beneficio a la sociedad y la cultura.

Dentro de este contexto, bien cabe destacar algunos hitos recientes vinculados a nuestra región. Así, la Cátedra del Diálogo y de la Cultura del Encuentro (CDCE, 2016) advierte que el sistema de educación está “obsoleto” porque ya no aporta la calidad del servicio que la sociedad espera y, con la Fundación Panamericana para el Desarrollo de Altos Estudios, convoca a debatir sobre el tema “Educación, diálogo e innovación: el desafío de pensar nuevos mundos educativos”. En la convocatoria, la cátedra llama a dejar de lado “una escuela creada para disciplinar homogéneamente a las masas”, gestada en el siglo XIX y que “atiende a un sujeto que literalmente se aburre”, lo que deriva en “fracasos escolares”, y propone promover “un paradigma integral para la formación de las personas” del siglo XXI, donde se combinen “la creatividad, el juego, el arte y la ciencia” para alcanzar un nuevo mundo educativo.

#### **4.1. Educación en ciencias, tecnología, ingeniería y matemática (STEM) en el siglo XXI**

La Reforma de la Educación en STEM comenzó a desarrollarse en los albores del nuevo milenio en varios países del Hemisferio Norte casi simultáneamente, por recomendación de científicos muy reconocidos, incluyendo varios premios Nobel en ciencias. En los Estados Unidos, por ejemplo, la reforma fue liderada por la *National Academy of Science* y el *Smithsonian Institute*, que implementaron el Programa LASER (*Leadership and Assistance for Science Education Reform*), en el cual se invierten muy importantes fondos y se han logrado resultados muy alentadores. Es importante también la colaboración de las universidades de reconocido prestigio en STEM; así, los científicos senior estimulan a muchos de sus jóvenes investigadores para que se involucren en esta campaña.

A comienzos de este siglo, Bruce Alberts (entonces presidente de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos y luego asesor de Barack Obama en asuntos de ciencia y técnica) y otros científicos prestigiosos iniciaron una fuerte campaña para lo que se dio en llamar *Science Education Reform*. La campaña se extendió por varios estados, se abrieron centros para apoyo a la docencia, y se promovió a los jóvenes graduados que estaban haciendo investigación en distintas universidades para obtener su doctorado para que colaboraran en las escuelas con la educación en ciencias (Lok, 2010).

Casi simultáneamente, Georges Charpak (Nobel de física), Pierre Léna e Yves Quéré, investigadores de la Academia de Ciencias de Francia, desarrollaron una metodología llamada *La Main a la pate* (“Las manos a la masa”). Luego de muchos intentos, lograron convencer al Ministerio de Educación francés sobre la urgente necesidad de cambiar la forma tradicional de enseñanza (muy bien descrita en Charpack, Léna y Quéré, 2006), lo cual es también avalado por los recientes avances en neurociencias y su conexión con la educación (Battro *et al.*, 2008). Con esta nueva pedagogía, los estudiantes desarrollan sus propias ideas mediante un aprendizaje basado en la experimentación y así construyen su conocimiento sobre las leyes y fenómenos del mundo natural. De cierta manera, usando las destrezas empleadas



por los científicos, tales como hacerse preguntas, construir hipótesis, obtener datos, razonar y revisar evidencias a la luz de lo conocido, van sacando conclusiones, discutiendo resultados y construyendo nuevos conocimientos. Este proceso de aprendizaje es el fundamento de la pedagogía basada en la indagación, donde el término pedagogía significa no solamente la enseñanza, sino también su justificación fundamental (Harlen, 2012). De manera tal que no solamente es lo que se enseña (el contenido), que puede ser obsoleto, sino también la metodología de la enseñanza tradicional, que suele resultar muy poco atractiva para el estudiante y escasamente eficaz para el aprendizaje. Genéricamente, en muchos países se ha llamado a esto *Inquiry Based Science Education* (IBSE/ECBI).

Existen fuertes evidencias de que los resultados obtenidos con esta metodología innovadora de educación en ciencias son distintos a los obtenidos con la enseñanza tradicional: lo que el niño o el joven aprenden “haciendo ciencia” de forma experimental no lo olvidan fácilmente, como suele ocurrir con lo que reciben en una clase expositiva. Un informe de investigación publicado por la *National Academy of Science* (PNAS, 2016) revela cómo los puntajes promedio de estudiantes en exámenes de asignaturas STEM mejoraron un 6% en sesiones de aprendizaje activo y que los estudiantes que tomaron clases con docencia tradicional tuvieron 1,5 veces más probabilidades de fracasar. Éste es el meta-análisis más grande publicado hasta la fecha sobre educación de pregrado en STEM. Los resultados del aprendizaje activo son tan contundentes que se cuestiona la validez de seguir utilizando grupos de control bajo aprendizaje tradicional al realizar investigaciones, ya que de alguna manera se priva a estos últimos de implementar rápidamente la reforma tan necesaria.

167

A modo de ejemplo, vale citar también una evaluación reciente realizada por el *Science Education Center* del *Smithsonian Institute* (SSEC) a pedido del gobierno de los Estados Unidos. Se escogió una cohorte de 9000 estudiantes pertenecientes a escuelas de cuatro estados con niveles socio-económicos muy diversos y, en muchos casos, pertenecientes a comunidades donde el inglés no es el idioma nativo. A los efectos estadísticos, se conservó una población de control y la otra se evaluó por tres años durante los cuales se capacitó a los maestros en IBSE. En el resumen ejecutivo del estudio se indican claramente los mejores logros obtenidos por la población IBSE. Es muy interesante observar que no solamente se obtuvieron mejores resultados en temas de ciencia, sino también en matemáticas, en comprensión lectora y hasta en el aprendizaje del idioma extranjero, para aquellos alumnos que no eran nativos en inglés (LASER, *Executive Summary*, SSEC, 2016).

#### **4.2. Educación en STEM basada en la evidencia experimental (EBSTEME)**

Es un término recientemente acuñado por Dato Lee Yee Cheong, actual Presidente del Programa de Educación en Ciencias del IAP SEP (*Inter-Academic Partnership Science Education Program*). Quizá este nuevo término se adapte mejor a nuestra idiosincrasia que el original IBSE/ECBI; podríamos utilizar las siglas EBSE (*Evidence Based Science Education*) para referirnos a la educación en ciencias basada en la evidencia experimental. Es necesario recordar que toda vez que nos referimos a la educación en ciencias en este artículo estamos involucrando las cuatro disciplinas

englobadas en STEM (por sus siglas en inglés): ciencia, tecnología, ingeniería y matemática.

¿Qué es el IAP? Originariamente llamado Inter-Academic Panel, se fundó en 2003 con el objetivo de promover a nivel global una radical transformación de la educación en ciencias en todos los niveles. Gracias a la fundación del IAP, la reforma educativa se extendió a muchísimos países de Europa y América y a algunos de Asia y Oceanía. Recientemente, el IAP ha modificado su nombre a *Inter-Academic Partnership* y en la actualidad nuclea a más de 140 academias de ciencia. Por su Programa de Educación en Ciencias (IAP-SEP), el IAP compromete fuertemente a las academias de ciencias adheridas a contribuir al mejoramiento de la educación en ciencia en todos los niveles, particularmente desde el nivel primario. En el IAP confluyen las cinco regiones en que se ha dividido el planeta y se establecieron cinco redes. IANAS (*Inter-American Network of Academies of Science*) es la red para las Américas. Desde 2004 tiene su programa de educación en ciencias, del que al principio participaron Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Venezuela, y luego se fueron agregando otras academias. Al presente, en IANAS-SEP hay 22 academias de ciencia involucradas.

Un fuerte impacto en la región se produjo con un apoyo financiero logrado a través de OEA-FEMCIDI, por el cual muchos países latinoamericanos pudieron comenzar la capacitación de maestros y la implementación de ECBI (educación en ciencias basada en la indagación) en las escuelas. Cabe comentar un reciente estudio realizado en la región sobre la percepción de los profesores de enseñanza media sobre asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología, realizado en la ciudad de San Pablo, Brasil. En dicho estudio se comparan las prácticas pedagógicas de los profesores a la luz de un índice denominado “Indicador de consumo de información científica”. Los resultados muestran una estrecha relación entre el índice de consumo de información científica por parte de los profesores y la práctica que éstos realizan de actividades pedagógicas potencialmente capaces de despertar el gusto por la ciencia y el quehacer científico en los estudiantes (Coelho, 2016). Cabe también destacar el reciente dossier publicado en la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, que presenta las principales contribuciones al V Seminario iberoamericano CTS bajo el título “Nuevos Desafíos Sociales en la Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología” (CTS, vol. 10, n° 33). La presentación de este monográfico comenta los movimientos de renovación pedagógica e iniciativas como STEM que intentan incorporar la matemática a la enseñanza de las ciencias (el dossier incluye también un muy interesante artículo sobre como estimular la educación en ingeniería) y se inicia con “un vehemente llamamiento a que desde la educación se inicie un cambio que penetre en toda la sociedad” (Toscano, Martín Gordillo y Restrepo, 2016).

Avanzando sobre otras regiones del planeta, Yee Cheong ha realizado un considerable esfuerzo para convocar a muchos países de Asia y África que hoy están desarrollando sus Programas EBSE a distintos niveles de desarrollo. Es también muy encomiable la gran diseminación de esta metodología llevada a cabo por la Fundación LAMAP (*La main a la pate*), que desarrolla talleres en muchos países asiáticos y africanos y colabora así en la implementación de esta metodología en las escuelas. Un reciente proyecto llamado AEMASE (África, Europe, *Mediterranean*

*Science Education*) está especialmente abocado a la cooperación entre los países involucrados en el programa para implementar cuanto antes la reforma de la educación en ciencias, particularmente en países carenciados. Fuertemente liderado por la Academia de Ciencias de Francia (y la Fundación LAMAP), así como también otras academias europeas, propone el “padrinazgo” entre un país europeo y otro africano para colaborar en este programa binacional. Ya se han realizado dos AEMASE (el primero en la Academia dei Lincei, Italia) y el AEMASE II en la Academia de Ciencias de Senegal, de donde han surgido interesantes acuerdos de cooperación binacional.

### **4.3. Educación en STEM basada en la indagación y la evidencia experimental en Argentina**

A partir del taller sobre IBSE que tuvo lugar en Santiago de Chile, la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (ANCEFN) de Argentina comenzó a colaborar en 2004 con el grupo de Ciencias Naturales del Ministerio de Educación (ME) de la Nación, mediante el dictado de charlas y talleres para entrenar a los maestros del nivel primario. En 2006, el ME discontinuó estas actividades, por lo cual la ANCEFN, en cumplimiento de su compromiso con IANAS, propuso un programa de ECBI llamado HaCE (“Haciendo Ciencia en la Escuela”).

En sus inicios, fue esencial la colaboración de la Academia de Ciencias de Francia, que, a través de un convenio firmado entre ambas academias y el ME, permitió el libre uso de todo el material pedagógico brindado por los investigadores-educadores Charpak, Léna y Quéré. El primer Taller Nacional HaCE para la formación de “facilitadores” tuvo lugar en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA) en febrero de 2007, con la participación de más de 50 docentes, siendo al menos dos por cada provincia. Los primeros módulos HaCE adaptaron propuestas de los recursos pedagógicos de LAMAP y también el espíritu global del programa, que se describe en uno de sus primeros libros (Charpak, Léna y Quéré, 2006). Otro recurso pedagógico muy útil (Berthet, 2002) ha sido recientemente traducido del francés al inglés.

Teniendo presentes las características de nuestro país, el Programa HaCE está especialmente diseñado para su desarrollo en el aula, sin facilidades de laboratorio, y para que cualquier escuela, por modesta que sea, pueda aplicarlo. A fin de hacerlo sustentable, los módulos utilizan materiales muy económicos y de fácil acceso. Su objetivo fundamental es fortalecer la educación en ciencia y tecnología en los niveles primario y secundario, con una pedagogía basada en la indagación por los alumnos. Como ya lo expresara el Premio Nobel argentino Bernardo Houssay a principios del siglo pasado, la base es la “indagación y la crítica”. Con esta metodología, se desarrollan aptitudes tales como capacidad de observación, de proponer hipótesis, extraer conclusiones, de generar un espíritu crítico y trabajar en equipo. Se han desarrollado módulos para la enseñanza integrada de temas relacionados con fenómenos naturales, biología, química, física, tecnología, ingeniería y matemáticas, integrándolos a los contextos históricos y geográficos que llevaron a su descubrimiento. Todo este material está a disposición de los docentes (Nudelman, 2012) y constantemente se están actualizando incorporando nuevas observaciones y

noticias. En la lectura crítica de los módulos y su revisión colaboran académicos de las distintas disciplinas de la ANCFN, a fin de garantizar la calidad científica de la propuesta. En el equipo HaCE, además de licenciados y profesores de las diversas disciplinas, colaboran también docentes con maestrías en didáctica de las ciencias y licenciatura en ciencias de la educación que revisan los alcances metodológicos y didácticos de cada módulo.

El alumno se acerca a los conceptos a través de pasos similares a los que transita un científico, el objetivo principal es desarrollar en el estudiante competencias vinculadas con el trabajo de la ciencia y la tecnología. Es muy recomendable comenzar con esta forma de enseñanza de la ciencia y la tecnología ya desde el nivel inicial, donde el niño tiene intacta su curiosidad y capacidad de asombro, y continuarla en los niveles primario, secundario y terciario (Nudelman, 2012). También se procura la interacción con profesores/maestros de artes buscando la belleza que significa la adquisición del conocimiento. Además de los módulos desarrollados por el equipo, se hace permanente consulta de otros módulos IBSE de acceso universal y también de bibliografía sobre las grandes ideas en ciencia y sobre las formas de evaluación de los aprendizajes en cuyo desarrollo hemos colaborado en varias etapas (Harlen, 2010; Harlen, 2013a).

Desde su comienzo en 2004 hasta la fecha, el Programa HaCE ha realizado más de 200 talleres con un promedio de 50-70 participantes pertenecientes a distintas escuelas. Si se tiene en cuenta que cada docente tiene a su cargo un promedio de 30 alumnos, puede hacerse una estimación aproximada de que el programa ha beneficiado aproximadamente a unos 300.000 alumnos. También se han implementado centros piloto en diferentes lugares del país (Buenos Aires, Mendoza, Chaco, Santa Fe y Corrientes), donde facilitadores entrenados en el Programa HaCE realizan diversos talleres en su zona de influencia a fin de multiplicar las acciones. En uno de los últimos talleres HaCE a nivel nacional, fue muy interesante el trabajo realizado en forma conjunta con docentes de las distintas provincias agrupados en varios equipos. Utilizando los principios de grandes ideas que había desarrollado poco antes un grupo de científicos y de investigadores de la educación en la Universidad de York (Harlen, 2013), los docentes pudieron ver cómo, partiendo de una “gran” idea, pueden irse desgranando conceptos propios de las distintas disciplinas científicas. El taller HaCE más reciente se realizó en la ciudad de San Miguel de Tucumán en ocasión del 53° Curso de Rectores del CONSUDEC (2016).

## 5. La evaluación del aprendizaje

En años recientes, estudios internacionales han demostrado que la efectividad docente es el factor escolar con mayor influencia en el aprendizaje estudiantil. Sin embargo, Argentina todavía enfrenta grandes desafíos para identificar a los docentes más y menos efectivos. Éste es un gran obstáculo para mejorar la calidad docente mediante decisiones de contratación, salarios, promociones y estabilidad laboral. Ganimian (2012) discute cómo hacen los sistemas educativos de mejores resultados y mayor progreso para evaluar a sus docentes y cómo se utilizan los resultados de estas evaluaciones.

Entendemos que la evaluación de cada una de las etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje es una herramienta esencial para ir adecuándola y mejorándola en base a los resultados obtenidos. Es bueno definir que en el contexto de esta propuesta la palabra “evaluación” se utiliza para aludir a los procesos de generar, recolectar, interpretar y usar pruebas para juzgar el aprendizaje del estudiante. Por ejemplo, la OCDE utiliza la palabra “evaluación” para referirse a “juicios acerca de la efectividad de las escuelas, los sistemas y políticas escolares” (Nusche *et al.*, 2012). Sin embargo, no es el caso aquí, donde nos estamos refiriendo a la evaluación del estudiante o la evaluación de los resultados del aprendizaje para ayudar a fortalecer la comprensión de los estudiantes (lo que se conoce como “evaluación formativa”).

Particularmente en la educación en ciencias basada en indagación, este tipo de evaluación puede hacerse en cualquier momento. Muchas veces consiste en observación de una clase. Por ejemplo, el maestro observa lo que hacen los estudiantes, los alienta a hablar entre sí, escucha sus debates y sondea su pensamiento con preguntas abiertas y centradas en la persona (preguntas acerca de las ideas de los estudiantes, no en busca de “la respuesta correcta”). El maestro puede formular otras preguntas que conducen a una nueva actividad, y a repetir el ciclo de colección e interpretación de datos, en un proceso continuo que resulta en algún avance en ideas y capacidades relevantes. Los estudiantes se encuentran siempre en el centro del proceso, ya que son ellos los que aprenden.

Existe una creciente acumulación de pruebas de que la evaluación formativa sí conduce a mejores niveles de aprovechamiento (Black y Wiliam, 1998; Black *et al.*, 2003; Brookhart *et al.*, 2007; Hattie y Timperley, 2007; Shute, 2008; Wiliam, 2009; Minner, 2010, citados en Wynne, 2015). En una investigación experimental sobre evaluación, se advierte que la justificación para involucrar a los estudiantes en las decisiones acerca de su aprendizaje también se deriva de las teorías del aprendizaje. Los puntos de vista actuales rechazan la noción del aprendizaje como el proceso de absorber información y conocimientos prefabricados del maestro o libro de texto. Más bien, el aprendizaje se contempla como algo que entraña la participación activa de los alumnos, quienes usan ideas existentes para tratar de entender las experiencias nuevas (Harlen, 2016).

171

## 6. La confrontación en las pruebas internacionales

¿Por qué es imperioso modificar la educación en ciencias en Argentina? El conocimiento científico-tecnológico es esencial para todo ciudadano en la época actual. Esto es fácilmente compartido por todos; sin embargo, en nuestro país la relevancia dada a la enseñanza de las ciencias ha ido disminuyendo rápidamente, como lo demuestran los resultados en las evaluaciones PISA a nivel global y también las que realiza la UNESCO en la región. En los últimos años, la calidad de la educación media ha disminuido notablemente; los resultados obtenidos en las pruebas PISA revelaron que un 56% de los alumnos argentinos de 15 años de edad no poseen una comprensión lectora competente ni las habilidades mínimas en temas de matemática y de ciencias. Globalmente Argentina ocupó el puesto 56 entre los 65

países participantes (Ganimian, 2012). Las pruebas PISA nos alertan acerca de los problemas que enfrenta nuestra educación, y nos dejan tres mensajes: a) dos de cada tres adolescentes tienen bajos niveles de conocimiento en matemática; b) en lectura ocupamos el lugar 61 entre 65 naciones, debajo de Chile, Costa Rica, México, Uruguay y Colombia; y c) desde la prueba PISA 2000 no hemos avanzado en matemática, ciencias y lectura (Guadagni 2015). Diciendo que las evaluaciones internacionales no se ajustan al sistema educativo nacional, se intenta justificar la declinación argentina. Se argumenta que la evaluación PISA está basada en realidades de países con características socio-culturales muy distintas a las nuestras.

Sin embargo, la UNESCO realizó similares pruebas de evaluación llamadas PERCE, SERCE, y TERCE (primer, segundo y tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo, respectivamente). Si bien son menos conocidas que las PISA, es útil analizar los resultados de estas pruebas entre los países de América Latina participantes. El TERCE es un estudio de logros de aprendizaje a gran escala realizado durante 2013, en el que participaron un total de 15 países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay) más el estado mexicano de Nuevo León (México). El estudio evalúa el desempeño de estudiantes de tercer y sexto grado de escuela primaria en áreas como matemática, lectura y escritura y ciencias naturales, esta última sólo en el caso de sexto grado y para aquellos países que participaron en ambos operativos. En el TERCE, Argentina ocupó el penúltimo lugar.

172

El objetivo del estudio es dar cuenta de la calidad de la educación en la región y guiar la toma de decisiones en políticas educativas. Para cumplir con esto último, el estudio no sólo realiza pruebas para medir logros, sino también utiliza la administración de cuestionarios de contexto para comprender en qué circunstancias se dan esos aprendizajes. En las pruebas TERCE, se aprecia que, en términos generales, Argentina obtiene puntajes que están por debajo del promedio general. Solamente en ciencias naturales, Argentina ha mejorado 12.6 puntos con respecto al SERCE (2006) y logró un puntaje que está por encima del promedio general de la región (8.5).

## **7. El conocimiento como herramienta de promoción social**

Analizadas desde otro ángulo, las evaluaciones PISA muestran otro aspecto muy interesante con respecto a los objetivos de la educación. Se observa que la brecha entre los alumnos provenientes de distintos niveles socioeconómicos es mucho mayor en aquellos países que han mostrado más bajos resultados (Mizrahi, 2013). El conocimiento es la mejor herramienta de equidad y promoción social, ya que capacita al joven en temas totalmente vinculados a su quehacer cotidiano y le provee de un sólido bagaje para acceder al aprendizaje y uso de tecnologías emergentes. Le brinda criterios para poder discernir entre tanto cúmulo de información mediática disponible y habilidad para defender sus ideas, argumentar y dialogar con personas de distinto modo de pensar, de niveles socioeconómicos y hasta culturas diferentes. O sea: vivir la diversidad encontrando en el otro la belleza de lo distinto, lo verdadero, lo auténtico

y lo posible; ser capaces de separar “la paja del trigo” y no dejarse embaucar por fundamentalismos, por la prensa amarilla o los defensores a ultranza del ambiente que muchas veces difunden noticias sensacionalistas sin ningún fundamento científico.

Por eso hablamos de “educación en ciencia” y no simplemente de “enseñanza”. La ciencia es universal, no tiene fronteras, en los descubrimientos científicos encontramos aportes de civilizaciones milenarias, de culturas muy distintas, de contextos histórico, social y geográfico de todas las latitudes. La ciencia es universal, no tiene dueños, no se cotiza como tal en los mercados, es patrimonio de la humanidad; su dominio y comprensión en su justa medida son muy valiosos en la búsqueda de un lenguaje común, en la construcción de la paz duradera entre los pueblos y del desarrollo sustentable para todo el planeta. Esto ha sido entendido por la *National Academy of Science* de los Estados Unidos (Lok, 2010), por la OECD (2013) y por el *Higher Education Funding Council*. Dentro de este contexto, se ubica también el concepto de educación permanente y el replanteo de la educación que está procurando la UNESCO para las cinco regiones del planeta (la primera reunión se realizó en Brasilia en abril de 2016).

Finalmente, cabe también mencionar el valor de la ciencia universal como “fusión de civilizaciones y culturas”. Especialmente en países donde existen conflagraciones debidas a ideologías y fundamentalismos religiosos, la universalidad de la ciencia puede ser un camino de acercamiento en los niños y todos los seres humanos. Para ello, es muy necesario un lenguaje y postura respetuosa, promocionando la aceptación de la multidiversidad (Nudelman, 2016). Los debates que se sostienen en muchas de estas lecciones tienen que ser tratados con delicadeza y considerando las posibles experiencias y los antecedentes de los alumnos. Se debe hacer del salón de clases un lugar seguro donde los alumnos puedan compartir sus ideas y experiencias e incluso abordar temas polémicos en el aula (Oxfam, 2016).

173

## 8. Descripción de la transformación y su implementación

Por todo lo expuesto, es claro que toda transformación de la educación en ciencias debe poner la innovación y la creatividad como premisa fundamental. Los niños tienen innata su curiosidad e imaginación: es esencial que la forma de educación no coarte esas habilidades, sino que parta de ellas, las ponga en evidencia y busque cómo nutrirlas. Para ello: a) debemos de tener siempre presente como nutrir la creatividad en todos los niveles, y particularmente desde la educación inicial, en niños y niñas y en los jóvenes de toda edad; b) debemos diseñar un ambiente de aprendizaje comprometido, empleando pedagogías innovadoras de educación y aprendizaje para que las habilidades y talentos puedan expresarse libre y permanentemente; c) debemos concebir cómo podremos medir y evaluar los talentos y habilidades que se van desarrollando en cada etapa; para ello, tanto la evaluación formativa como la sumativa brindarán herramientas útiles para la mejora constante del programa. Entendemos también que la educación en ciencias debe tener muy presente las 17 metas globales para un desarrollo sostenible que la ONU ha definido para la agenda 2016-2030. Los niños serán los verdaderos “agentes de cambio” para lograr una

civilización sustentable, y a ese respecto la gran mayoría de las 17 metas tienen un fuerte contenido científico-tecnológico.

Muy recientemente, academias nacionales argentinas dedicadas a las disciplinas englobadas en STEM, incluyendo también a la Academia Nacional de Educación, han conformado un Consorcio de Academias Nacionales con el objetivo de reafirmar el compromiso asumido para “transformar la educación en ciencias”. La conformación de este Consorcio de Academias tiene como objetivo fundamental colaborar en la capacitación de directivos, maestros y profesores para implementar la pedagogía de educación en ciencias basada en la indagación y la evidencia experimental, en los niveles inicial, primario, secundario y técnico. Estadísticas recientes demuestran la eficacia de esta pedagogía de educación en ciencias comparada con la enseñanza tradicional. Además de la construcción de los conocimientos y conceptos por el propio alumno, se desarrollan en él habilidades y competencias necesarias en la vida real que requiere la fuerza laboral.

La propuesta educativa del Consorcio de Academias ofrece:

- Desarrollo profesional de los docentes que implica la capacitación y actualización en contenidos y en la metodología. Guía de estrategias pedagógicas y formación continua a lo largo del plan.
- Currículum: material para cada unidad temática y capacitación de los maestros/profesores al menos dos veces por cada unidad, considerando los recursos existentes y su adecuación.
- Evaluación del aprendizaje: evaluación formativa para determinar la situación de inicio en cada escuela, qué se necesita en cada caso, y luego una segunda evaluación para estimar el impacto del cambio pedagógico y proponer mejoras y adecuaciones.
- Acciones con la comunidad: reuniones locales para establecer y fortalecer alianzas y apoyos, identificar aliados regionales y colaboradores clave. Actividades de sensibilización social.
- Materiales de apoyo: desarrollo de materiales y recursos para la enseñanza en el aula; y de recursos digitales para apoyar la capacitación. Videos con experiencias de maestros IBSE.
- Desarrollo de habilidades en los alumnos: recolección y registro de evidencias; trabajo en equipo; exploración de preguntas; solución de problemas; y otros valores como el aprendizaje colaborativo y la solidaridad.
- Apoyo permanente: seguimiento de las dificultades para la implementación en cada escuela y apoyo adicional en lo que fuere necesario para una mejor adecuación a cada problemática escolar.

Tomando como base el propósito de la educación en ciencias como herramienta de promoción social, los módulos desarrollados utilizan materiales económicos y de fácil acceso para cualquier escuela (Nudelman, 2012). El programa no implica imponer módulos ni estrategias educativas únicas, sino que éstos son desarrollados o adaptados por el equipo HaCE y se corresponden con los núcleos de aprendizaje



prioritarios del ME para que constituyan una ayuda para el maestro en el quehacer áulico. De esta manera, se respeta y preserva el perfil propio de cada programa, porque entendemos que el aprendizaje está basado en la experimentación e indagación por el alumno en el aula (Nudelman, 2012a). Existen numerosas publicaciones recientes sobre el impacto que produce la educación en ciencias en comunidades de bajos recursos (Macpherson, 2014), incluyendo también las poblaciones rurales (Akaguri, 2011; Chudgar, 2012).

Para los niños más carenciados en particular, los recursos en educación del Estado deberían ser más dedicados a ellos, y por eso las experiencias propuestas son adaptables a las condiciones del aula en cada escuela, por modesta que sea; al grado (nivel primario) o año (nivel secundario) de la escuela; y a la carga horaria destinada en el diseño curricular. Son particularmente útiles en las escuelas rurales, especialmente en las multigrados (Nudelman, 2012a). Las evaluaciones que se proponen en el programa de transformación de la educación en ciencias del Consorcio de Academias son de tipo formativo e incluyen una evaluación inicial de la situación al comienzo y dos evaluaciones de los resultados realizadas por una institución no comprometida en el programa, una aproximadamente en el medio del segundo año y la otra al cabo del tiempo de su ejecución. Para las tres evaluaciones se utilizan grillas con distintos indicadores, a fin de poder realizar una evaluación con aceptable rigor estadístico que sirva para proponer pautas para un probable escalamiento del programa.

## Conclusión

Los grandes desafíos que debe enfrentar el mundo actual para tender a una civilización sustentable demandan creativos desarrollos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Se torna imperiosa una radical transformación en la educación en estas disciplinas; empleando la pedagogía basada en la evidencia experimental (EBSE), los niños y jóvenes adquieren las habilidades y competencias que requiere el mercado laboral actual. Por otro lado, dado el carácter universal de la ciencia, su dominio y comprensión (sin caer en fundamentalismos) son muy valiosos para todo ciudadano en la búsqueda de un lenguaje común, en la construcción de una paz duradera y de un desarrollo que sea sustentable para todo el planeta.

## Bibliografía

- AKAGURI, L. (2011): *Quality low-fee private schools for the rural poor: Perceptions or reality? Evidence from Southern Ghana*, Brighton, CREATE, University of Sussex.
- ALBORNOZ, M. (2014): "La universidad iberoamericana en debate", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 9, n° 27, pp. 49-61.
- BATTRO A. M. (2008): "The teaching brain", *Mind, Brain and Education*, vol. 4, n° 1, pp. 28-33.

BATTRO, A. M. (2010): "Multiple intelligences and constructionism in the digital era", en H Gardner (ed.): *Multiple Intelligences around the World*, San Francisco, Jossey-Bass/Wiley.

BATTRO A. M., FISCHER K. W. y LÉNA J. P. (2008): *The educated brain: Essays in neuroeducation*, Cambridge University Press and Pontifical Academy of Sciences.

BATTRO, M., DEHAENE, S. y SINGER W. (2011): *Human neuroplasticity and education*, Pontifical Academy of Sciences.

BERTHET, C. (2002): *Teaching Science at School, La main a la pate resource materials for the primary classroom*, París, LAMAP Foundation.

CATEDRA DEL DIALOGO Y LA CULTURA DEL ENCUENTRO (2016): *Un paradigma integral para la formación de las personas del siglo XXI*. Disponible en: [www.encuentromundi.org/](http://www.encuentromundi.org/).

CHARPAK, G., LÉNA, P. y QUÉRÉ, Y. (2006): "Los niños y la ciencia", *La aventura de Las manos en la masa*, Serie Ciencia que ladra, Siglo XXI.

CHUDGAR, A. (2012): "Variation in private school performance: the importance of village context", *Economic and Political Weekly*, vol. 47, n° 11, pp. 376-390.

176

COELHO M. A., MORALES A. P. y VOGT C. (2016): "Percepción de los profesores de enseñanza media relacionados con ciencia y tecnología", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 11, n° 32, pp. 9-36.

COMMITMENT RIO+20 (2013): *Letter to the Academies*, IAP.

ENGELMAN, R. (2013): "Beyond Sustainable", en Worldwatch Institute: *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?*, Nueva York, W.W. Norton.

EUROPEAN COMMISSION PROGRAM FOR SCIENCE EDUCATION (s/f): *Horizon 2020*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>.

GANIMIAN, A. J. (2013): "No logramos mejorar: informe sobre el desempeño de Argentina en PISA 2012". Disponible en: <http://educar2050.org.ar/2013/pisa/informe%20PISA%20>.

GUADAGNI, A. A. (2015): *Desafíos de la Educación post- 2015*, Academia Nacional de Educación.

GTS (2016): "The Nexus of Jobs and Education", *Global Talent Summit*, Washington D.C. y Davos, enero.

HARLEN, W. (2010): *Principles and Big Ideas of Science Education*.

HARLEN, W. (2012): "Developing IBSE: New Issues", *Helsinki Meeting Proceedings*, Finlandia, 30 de mayo-1 de junio.

HARLEN, W. (2013a): *Working with Big Ideas of Science Education*.

HARLEN, W. (2013b): *Assessment and Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice*.

HARLEN, W. (2016): "Science Learning Assessment: tendencies and challenges", *International Conference For Improving The Learning Of Biology And Eelated Experimental Sciences At The K-12 School Levels*, Santiago de Chile, abril.

LASER (2016): *iLASER Executive Summary*, Washington D.C., Smithsonian Science Education Center, SSED.

LOK, C. (2010): "Science for the masses", *Nature*, vol. 465, pp. 416-418.

MACPHERSON, I. (2014): "Interrogating the private school "promise" of low-fee private schools", en I. Macpherson, S. Robertson y G. Walford (eds.): *Education, Privatization and Social Justice: case studies from Africa, South Asia and South East Asia*.

MINNER, D. D., LEVY, A. J. y J. CENTURY (2010): "Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 47, n° 4, pp. 474-496.

MIZRAHI, D. (2013): "Argentina tiene el peor resultado educativo en relación con su inversión", *Infobae*. Disponible en: <http://www.infobae.com/2012/11/10/680599->.

NUDELMAN N. S. (2012): *Educación en Ciencias Basada en Indagación: metodología innovadora para nivel primario y secundario*, libro, Buenos Aires, Ed. La Copia.

NUDELMAN, N. S. (2012a): "Un programa de educación en Ciencias para desarrollar en el aula", *Ñ*, 24 de agosto.

NUDELMAN, N. S. (2015): "Developing Talents for Future Women Leaders in STI", *Proceedings International Forum on Harnessing Women's Talents in STI*, Kuala Lumpur, mayo.

NUDELMAN, N. S. (2015): "Educación en Ciencias Basada en Indagación", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol.10, n° 28, pp. 11-22.

NUDELMAN, N. S. (2014): "Science Education for the years to come. Innovative pedagogy for the teaching and learning of Science", *Journal of Science Education*, vol. 15, pp. 36-51, ISSN 0124-5481.

NUDELMAN, N. S. (2016): “La universalidad de la ciencia acerca las culturas y los hombres”, *Encuentro Nacional de Educadores Católicos*, ENDUC.

NUDELMAN N. S. (2016a): “Innovando la educacion en ciencias”, *Revista CONSUDEC*, vol. 13, n° 52.

NUSCHE, D. LAVEAULT, D., MACBEATH, J. y SANTIAGO, P. (2012): *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education*, Nueva Zelanda, OECD Publishing.

OECD (2013): *Synergies for Better Learning: an international perspective on evaluation and assessment*, París.

ONU (2015): *Diversos documentos*. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/focussdgs.html> y <https://www.tes.com/worldslargestlesson/>.

OXFAM (2016): “Guía del UK para la enseñanza de temas polémicos”. Disponible en: <http://www.oxfam.org.uk/education/teachersupport/toolsandguides/controversialissues>.

PAS (2015): “The children and the sustainable development”, Taller, Pontificia Academia de Ciencias, noviembre.

FREEMAN, S. EDDY, S. L., MCDONOUGH, M., SMITH, M. K., OKOROAFOR, N., JORDT, H. y WENDEROTH, M. P. (2016): “The active learning improves education in STEM”, *PNAS*, vol. 111, n° 23 , pp. 8410–8415, DOI: 10.1073/pnas.1319030111.

ROBINSON, K. S. (2013): “Is it Too Late?”, *The State of the World 2013: Is Sustainability Still Possible?*, Worldwatch Institute, Nueva York, W.W. Norton.

STEM EDUCATION (2014): *Advancing innovation and research in Science, Technology, Engineering and Mathematics. Education and practice*, Johannesburgo, septiembre.

TOSCANO J. C, GORDILLO M. M. Y RESTREPO A. (2016): “Nuevos Desafíos Sociales en la Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 11, n° 33, pp. 67-71.

WISE (2014): *Summit for Education*, Doha, noviembre.

## Las ciencias sociales mediadas por las TIC

### As Ciências Sociais Mediadas pelas TIC

#### *Social Sciences Measured By ICT*

Teresa Pacheco-Méndez \*

Las tecnologías de la información y la comunicación han irrumpido de manera decisiva y continua en el mundo social, modificando referentes culturales en los distintos ámbitos de la vida cotidiana. En este proceso se han resignificado pautas de interacción y de intercambio social, expresándose bajo formas novedosas, provisionales e incluso potencialmente renovables con y frente a las TIC. Se trata de una situación que de manera consecuente plantea retos a los habituales métodos de producir y aplicar conocimiento sobre lo social. En este trabajo interesa señalar algunas de las preocupaciones suscitadas en torno a la relación entre la sociedad, la cultura y las nuevas tecnologías, así como su articulación en los procesos de generación y aplicación del conocimiento social. La intención es proponer una perspectiva metodológica que permita identificar los principales desafíos cognitivos que enfrenta el conocimiento de lo social -entendido como un ámbito de conocimiento en constante transformación-, para posicionarse frente a nuevos procesos de interacción y de intercambio social mediados por la intervención tecnológica.

**Palabras clave:** sociedad, cultura, conocimiento social, tecnologías de la información y la comunicación

179

---

\* Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo electrónico: kat\_tpm@yahoo.es.

As tecnologias da informação e comunicação irromperam de maneira decisiva e contínua no mundo social, modificando referentes culturais nos diferentes âmbitos da vida cotidiana. Nesse processo, foram ressignificadas normas de interação e de intercâmbio social, manifestando-se sob formas novas, provisórias e até potencialmente renováveis com e face as TIC. Trata-se de uma situação que, por conseguinte, propõe desafios aos habituais métodos de produzir e aplicar conhecimento sobre o social. Neste trabalho, interessa apontar algumas das preocupações suscitadas em torno da relação entre sociedade, cultura e novas tecnologias, bem como sua articulação nos processos de geração e aplicação do conhecimento social. A intenção é propor uma perspectiva metodológica que permita identificar os principais desafios cognitivos enfrentados pelo conhecimento do social -entendido como um âmbito de conhecimento em constante transformação-, para assumir uma posição diante de novos processos de interação e de intercâmbio social mediados pela intervenção tecnológica.

**Palavras-chave:** sociedade, cultura, conhecimento social, tecnologias da informação e comunicação

*Information and Communications Technologies (ICT) have decisively and relentlessly become a part of the social world, upheaving everyday cultural landmarks. This process has brought new meanings to certain regulations in social interaction and exchange, expressing itself in new, temporary and even potentially renewable ways with and vis-à-vis ICT. Consequently, this situation poses new challenges for the traditional methods in the production and implementation of social knowledge. The goal is to propose a methodological perspective that will identify the main cognitive challenges associated with social knowledge –taken as an area in constant transformation-, in order to evaluate the new social interaction and exchange processes driven by the technological intervention.*

180

**Key words:** society, culture, social knowledge, information and communications technologies

## Introducción

La relación entre sociedad, cultura y ciencias sociales se define como una experiencia histórica, continua y en permanente actualización donde la presencia e intervención del factor tecnológico han cumplido un papel central. Esta relación ha sido objeto de estudio de múltiples acercamientos provenientes de las ciencias sociales, entre los que destacan los estudios particularizados sobre los efectos que la innovación tecnológica ha producido en la sociedad en cuanto a su utilidad como herramienta de uso práctico. En el estudio de tales efectos prácticos, el entorno institucional ha figurado como el principal referente de contexto; en razón de ello, las miradas desplegadas en esta dirección abarcan y se circunscriben preferentemente a los espacios institucionalizados de la vida económica, la educación, el arte, la comunicación y la salud, principalmente.

Sin cuestionar el carácter decisivo que la tecnología ha tenido en la historia de la sociedad, la dirección tomada por ésta, el área de influencia y el alcance registrado en el ámbito de la producción del conocimiento social no siempre han estado destinados a las limitaciones que a primera vista impone su uso práctico. Este efecto diferenciado que se le ha atribuido a la tecnología a través de la producción de conocimiento social se explica fundamentalmente por la relativa importancia que le ha concedido al papel desempeñado por intersubjetividad como componente sustantivo de todo proceso cognitivo. Ha sido la mediación de las actuales TIC lo que en buena medida ha permitido revertir dicha tendencia interpretativa, restituyéndole al individuo su capacidad para intervenir de manera decisiva en la configuración del nuevo espacio social, cultural y cognitivo en el que habita.

181

Lejos de las ideas antropológicas e históricas de pensar a la cultura como la unicidad de las culturas -fijas a un lugar geográfico determinado-, o bien como una secuencia de etapas o civilizaciones, coincidimos con Giménez en que la cultura es:

“La dimensión simbólico-expresiva de todas las prácticas sociales, incluidas sus matrices subjetivas (*habitus*) y sus productos materializados en forma de instituciones o artefactos. En términos más descriptivos se diría que la cultura es el conjunto de signos, símbolos, representaciones, modelos, actitudes, valores, etcétera, inherentes a la vida social” (2000: 27).

En razón de esta necesaria resignificación del vínculo sociedad, cultura y conocimiento, en el caso de la producción de conocimiento social distinguimos, a grandes rasgos, un “antes” y un “ante” de lo que en la actualidad conocemos como nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Un entorno donde - como señala Giddens- la modernidad debiera ser vista como la posibilidad para abordar “los extraordinarios cambios que transforman la vida de todos (los grupos sociales, con el propósito) (...) de que se formen nuevas perspectivas, nuevas formas de mirar las cosas (...) así como también de actualizar la mirada del mundo en que viven” (Giddens, 2001: 41).

## 1. Un antes de las TIC y sus efectos en la producción de conocimiento social

La trayectoria seguida por la innovación tecnológica en la sociedad ha transformado históricamente las formas de producción económica -en la agricultura, la industria, la manufactura y el comercio-, la organización del trabajo productivo e incluso el sentido y funcionamiento de las instituciones sociales de gobierno, política, educación y salud. Una experiencia fomentada por la introducción de maquinaria desde la más simple hasta la más compleja, y desde las civilizaciones antiguas hasta las modernas -con la aparición de la imprenta en el siglo XV, seguidas por la primera (siglos XVIII y XIX) y la segunda revolución industrial (fines del siglo XIX) hasta el siglo XX, marcado por el desarrollo en las comunicaciones, la computación, la radiodifusión, la energía nuclear, la digitalización y el almacenamiento masivo de datos. Se trata de cambios promovidos por un desarrollo tecnológico cuyo principal motor y propósito ha sido dar respuestas prácticas apoyadas con la intervención cada vez más elaborada y operativa de herramientas de naturaleza y alcance eminentemente técnico..

La importancia social de la tecnología se ha consolidado como un ámbito de estudio ampliamente reconocido y cultivado principalmente por parte de sociólogos, antropólogos y economistas. Su interés ha dado lugar a múltiples aportaciones acerca del impacto que esta experiencia ha tenido en la sociedad, conceptualizando delimitaciones regionales fijas y diferenciadas en función de la diversidad de grados de desarrollo socio-económico. Una perspectiva que en mayor o menor medida explica cómo el establecimiento y consolidación de una geografía física de alcance mundial ha dependido de la diversidad de condiciones socio-económicas, políticas y culturales; condiciones que inciden en la respectiva capacidad de cada región para adoptar los avances alcanzados por el desarrollo tecnológico.

182

Se ha conformado así un marco interpretativo sobre una geografía que, lejos de definirse sólo por la delimitación física de fronteras, presenta especificidades de tipo social, político y cultural donde el papel del sujeto y de la interacción social no siempre son contemplados en toda su dimensión e impacto. A cada región le ha correspondido el establecimiento de parámetros específicos de rezago, desigualdad e inequidad, indicadores cuya especificidad es atribuida no sólo a la capacidad y tendencia propias del desarrollo local, sino también a sus respectivas posibilidades de acceso e incorporación al avance tecnológico mundial.

El compromiso y los propósitos depositados en los procesos de producción de conocimiento social han fomentado el avance de un pensamiento más preocupado por dar cuenta de la capacidad de respuesta que las distintas sociedades han mostrado con respecto a la asimilación del avance tecnológico -disponible en las distintas etapas de su desarrollo-, así como también cuáles han sido los efectos macro-sociales reportados en el mediano y largo plazo. Una producción de conocimiento social que se ha visto respaldada por el capital acumulado por las distintas disciplinas sociales, las que gracias a sus respectivos aparatos teórico-conceptuales, procedimientos metodológicos y vastos recursos técnico-instrumentales han ofrecido múltiples enfoques e interpretaciones acerca de los micro y macro procesos suscitados en gran medida como resultado de la intervención tecnológica en las distintas sociedades. Encaminadas en esta dirección, las



disciplinas sociales lograron consolidarse como un conjunto diferenciado de conocimientos cuya evolución histórica propició la creación de nuevos ámbitos de especialización (segmentación) del conocimiento, una condición ampliamente asegurada por los respectivos dispositivos normativos que regulan la dinámica interna de cada dominio disciplinario.

Para el caso del estudio especializado sobre el papel social de la tecnología, surgen campos de conocimiento como lo son la sociología, la historia, la política e incluso la antropología de la ciencia y la tecnología. Son especializaciones que, ciñéndose a la norma de su respectivo núcleo disciplinario, lograron establecer una distancia cognitiva óptima que les permitió delimitar y objetivar aquel sector de la realidad social que se desempeñaría como su referente de estudio. De este modo, y al afinar progresivamente -o más bien, al fragmentar- el campo de observación de su mirada, cada especialidad focalizó y redujo su soporte cognitivo a la búsqueda y selección de aquellos componentes e influencias sociales que afectarían directamente a su objeto. Para Núñez esto planteó una paradoja, que expone de la siguiente manera:

“Lo cierto es que el desarrollo de las especialidades, proceso indudable de la evolución del conocimiento y la práctica científica, conduce con frecuencia a una ignorancia no desestimable de todo aquello en lo que no se es especialista, perfil que, por lo demás, es cada vez más estrecho. Surge así una paradoja: el desarrollo del conocimiento puede conducir a grandes zonas de ignorancia y el especialista puede ser un gran conocedor de casi nada y un ignorante de casi todo” (1999).

183

En esta dirección, las ciencias sociales se inclinaron por una lectura acerca de cómo la tecnología se ha adaptado diferencialmente a los distintos grados de desarrollo de las sociedades, y no necesariamente a la inversa, como se nos plantea con mayor claridad en la actualidad, donde la capacidad de cambio de las sociedades, las institucionales, los grupos sociales y los individuos difiere de la registrada por los recientes avances tecnológicos. Bouza lo explica así:

“La velocidad de los procesos tecnológicos podría no ser homogénea con los cambios sociales necesarios para acogerlos, y en este caso entraríamos en una crisis de adaptación no ya de la tecnología a la sociedad, sino de la sociedad a la tecnología, con problemas de diversa índole difíciles de prever” (2002: 8).

En esta preocupación de las ciencias sociales por el estudio de las formas de adaptación de la tecnología a la diversidad de grados o estadios de desarrollo de las sociedades, las prácticas comunicativas implícitas en los procesos sociales también han jugado un papel decisivo encargándose de la socialización y legitimación del conocimiento. Son prácticas que han logrado consolidarse como un espacio social, caracterizado por Castells (2012) por una “interactividad inexistente o limitada”. Una comunicación que incluso puede ser definida como “de masas”, cuyo potencial de

llegar al conjunto de la sociedad queda sujeto a direccionalidad de un mensaje que va de uno a muchos, con limitadas posibilidades de interacción, de autonomía y de autorrealización del individuo.

A resumidas cuentas, y a pesar de que el conocimiento de lo social se ha visto ampliamente nutrido por los cambios sociales, económicos, políticos y culturales promovidos por el cómo las sociedades han adoptado las innovaciones tecnológicas, las ciencias sociales como unidades de conocimiento claramente diferenciadas no se han visto afectadas significativamente en lo que respecta a sus formas de producir y aplicar el conocimiento de lo social. En buena medida, el peso e implicaciones que la intersubjetividad tiene en la constitución de los procesos sociales y cognitivos se han visto soslayados, así como también la convicción de que “la ciencia y la tecnología son procesos sociales y no verdades y aparatos al alcance de todos” (Núñez, 1999).

## 2. El cambio cultural y cognitivo promovido por las TIC

En la actualidad, el cambio cultural provocado por la penetración de las TIC en los distintos sectores de la vida social se presenta en apego a la correlación de dos factores: a mayores condiciones de cambio y de adaptación a nuevos entornos caracterizados por el riesgo y la incertidumbre, mayores son las posibilidades de los individuos, los grupos sociales, las instituciones y la sociedad para optimizar el uso de los recursos tecnológicos en lo económico, político, cultural, institucional y cognitivo. En el caso contrario, a mayor “rigidización” y resistencia frente a escenarios impredecibles, las consecuencias en lo social, económico, cultural, institucional y cognitivo serán más profundas y acarrearán problemas de rezago, exclusión e inequidad, aún mayores que los provocados en las primeras etapas del desarrollo industrial. Giddens examina este fenómeno de la siguiente manera:

“Nuestra relación con la ciencia y la tecnología es hoy diferente de la que era habitual en tiempos anteriores. En la sociedad occidental, durante dos siglos, la ciencia funcionó como una especie de tradición. Se suponía que el conocimiento científico superaría la tradición pero (...) acabó convirtiéndose él mismo en otra. Era algo que la mayoría de la gente respetaba, pero que era externo a sus actividades (...) Cuanto más se implican la ciencia y la tecnología en nuestras vidas, y además a nivel mundial, menos se sostiene esta perspectiva. La mayoría de nosotros (...) tenemos una relación mucho más activa o comprometida con la ciencia y la tecnología de lo que solíamos tener en el pasado” (1999: 43-44).

A las posibilidades de adaptación -o de flexibilidad, como definiría Sennett (2000)- se suman otras circunstancias propias del presente: la cantidad y velocidad de flujo de información disponible a través de medios electrónicos; la considerable heterogeneidad de sentidos a los que dicha información apunta; la capacidad de interconexión prácticamente inmediata de la que es susceptible tal información; y, no menos importante, el horizonte imprevisible e impredecible de resultados. Todas estas

circunstancias son las que caracterizan al nuevo espacio de la vida social, un escenario definido por la interacción, el intercambio y la capacidad de respuesta/reacción proveniente de individuos y grupos sociales que experimentan un entorno de inestabilidad, mutabilidad e incertidumbre de futuro. En suma, un entorno donde el actor social interviene en el establecimiento de órdenes posibles y de jerarquías provisionales y transitorias.

En esta transformación de lo cotidiano, la comunicación se convierte -como define Castells (2012)- en una auto-comunicación de masas que ya no va de uno a muchos, sino de muchos a muchos con interactividad, una dinámica donde se seleccionan, se emiten y se reciben mensajes, de modo que el emisor es al mismo tiempo receptor. Se transita de una comunicación lineal a una interactiva, con profundos efectos en la formación de un pensamiento abierto a lo desconocido. La habilitación al cambio se convierte entonces en una competencia de aprendizaje y de supervivencia.

“La interconexión en tiempo real de todos con todos es la causa del desorden, pero también la condición que permite hallar soluciones prácticas a los problemas de orientación y aprendizaje en el universo del saber fluctuante. La interconexión favorece los procesos de inteligencia colectiva en las comunidades virtuales y gracias a ellos el individuo se halla menos desvalido frente al caos informativo” (Levy, 1999: 16).

La irrupción de estas formas de interacción social en todos planos de la vida social, así como en el acceso a un incalculable universo de información, son factores que estimulan la generación de alternativas de acción cuyo horizonte poco tiene que ver con las tradicionales fronteras geográficas, políticas, religiosas y disciplinarias. Sociedades, instituciones, movimientos, grupos e individuos participan en un apresurado y peculiar proceso en el que predomina la “proliferación de relaciones supraterritoriales, es decir, de flujos, redes y transacciones disociados de toda lógica territorial, es decir, no sometidos a las constricciones propias de las distancias territoriales y de la localización en espacios delimitados por fronteras” (Scholte, en Giménez, 2002: 26).

185

Unas condiciones de vida que no sólo reconfiguran el aspecto del mundo y de la vida social, sino también nuestra manera de mirarlo; se trata de un fenómeno local que nos afecta a todos en la vida cotidiana (Valdés, 2014: 6). En este nuevo entorno, las TIC trascienden su función de atender necesidades o demandas de tipo práctico, propias de su condición como herramienta técnica de repercusión de mediano y largo plazo. Su acción transita hoy por un acelerado y cambiante proceso de transformación y actualización tanto de referentes de pensamiento y de significado, como de prácticas en las que media la intersubjetividad constitutiva de lo cotidiano. Una inter-subjetividad donde “se construye un saber (un acto de conocer por parte de un individuo), se define las maneras en que las personas se apropian y resignifican las experiencias particulares y compartidas, es decir, se elaboran los aprendizajes y los conocimientos”. Una inter-subjetividad entendida como “un espacio de sentido compartido y construido con otras personas” (García, 2005: 11-12).

Al confluir en la digitalización, lo cotidiano deja de desempeñar un papel secundario en los cambios sociales para pasar a ocupar espacios y presencia de primer orden en lo que cada vez de manera imprevisible acontece en la sociedad. Esta nueva configuración del mundo social -provocada por la intervención de las TIC- lleva consigo una descolocación de identidades, es decir, un cambio de referentes de sentido objetivados que pierden vigencia a favor de la incorporación de otros. Al modificarse referentes, como pueden ser los fincados en la competitividad y el individualismo, la idea de identidad colectiva se fortalece afianzándose más bien a la búsqueda de la competencia y la individualidad, como recursos para hacer frente a las transformaciones micro y macro sociales causadas por el cambio tecnológico. Lejos de tomar una posición receptiva y contemplativa, el individuo, el grupo y la comunidad intervienen y ocupan un espacio en el mundo real, desempeñando nuevos roles y prácticas. Brunner se refiere a este proceso mostrando cómo el individuo:

“Se transforma en un experto hermeneuta; su función es seleccionar, reconocer y apropiarse de ese universo (...) está condenado a ser él mismo intérprete de las interpretaciones que circulan a su alrededor, a traducir experiencias simbólicas que sin ser ‘reales’ en su propia biografía lo son sin embargo en su experiencia como consumidor de experiencias simbólicas producidas para él” (en Hopenhayn, 2014).

186

Al vulnerar las reservas de sentido previamente construidas como bloques inamovibles, la identidad colectiva no sólo cobra un nuevo sentido para hacer frente al cambio tecnológico, sino también para posicionar a la inter-subjetividad y a la acción del individuo como referentes de contenido y como fuentes de conocimiento y de representación de lo que a diario acontece en la sociedad. Como fundamento de la intersubjetividad, la interacción social se convierte en el vehículo que da gradualmente dirección a los acontecimientos sociales.

“Vemos constituirse bajo nuestros ojos sociedades más allá de las sociedades industriales, a las que he llamado programadas, y cuyas inversiones principales se dirigen hacia la producción y la difusión en masa de bienes simbólicos, bienes culturales, información, representación, conocimiento, que actúan no ya solamente sobre la organización del trabajo, sino sobre los fines de la actividad y así pues sobre la misma cultura” (Touraine, 1989: 81, en Bouza, 2002).

El sentido de cómo la tecnología ha afectado la vida social ya no puede ser evaluado de manera objetiva y concluyente; además de provisional, tal afectación incluye no sólo el beneficio que la tecnología reporta a la sociedad y a la producción de conocimiento, sino también los efectos adversos. Surge, en este sentido, un debate en ciencias sociales con posiciones y argumentos que oscilan en polos opuestos, ya anunciados por Ville (2001): igualdad *versus* desigualdad, libertad *versus* esclavitud y surgimiento *versus* fin de la comunicación. Para Ville, más que hechos objetivamente

comprobables, lo que está puesto en juego es un conjunto de creencias sobre el desarrollo de las nuevas tecnologías, asimiladas en ocasiones en términos de progreso y en otras de amenaza a la humanidad. Un debate en el que se pondera en mayor o menor medida aspectos como las posibilidades de acceso a los recursos electrónicos, las operaciones cognitivas puestas en marcha por parte de los individuos al hacer uso de los recursos tecnológicos y las representaciones sociales sobre el mundo social digitalizado, entre otros.

Cabe precisar entonces que, pese a las múltiples posibilidades ofrecidas por el desarrollo tecnológico, este último no se corresponde con un progreso en el terreno de las prácticas culturales. La información, el conocimiento y el saber no son propiedades de los objetos tecnológicos; más bien éstos son efecto de las formas de apropiación de tales objetos por parte de los individuos (Jeanneret, en Ville, 2001: 80-82) La novedad es que los recursos tecnológicos dejan de desempeñarse como una herramienta de uso eminentemente práctico para insertarse como una dimensión cultural en la vida cotidiana de los individuos y de los grupos sociales. Ya no son sólo los modos de producción y las formas de organización social e institucional las unidades sociales afectadas por el desarrollo tecnológico, lo son también las estructuras de pensamiento las que hoy en día se enfrentan a la necesidad de replantear el sentido de la relación entre desarrollo tecnológico y sociedad. Una relación en la que opera de manera consciente o inconsciente una mutación conceptual y epistemológica con respecto a los procesos sociales, culturales y cognitivos que inciden directamente en las formas de producir conocimiento. En este punto las ciencias sociales adquieren un nuevo compromiso frente a la sociedad; ahora su principal reto es modificar las bases teórico-epistemológicas sobre las que ha afianzado su evolución y así poder transitar de un pensamiento fincado en la certeza y la predicción a un saber marcado por la incertidumbre que deparan los escenarios futuros de la sociedad.

187

### **3. La producción de conocimiento social ante las TIC**

La mediación de las TIC en los procesos de generación, acceso, uso y aplicación de conocimiento e información sobre lo social lleva consigo implicaciones epistemológicas aún poco estudiadas. Nos referimos a las que van desde las más básicas, como lo es la gran heterogeneidad de la información disponible, hasta las más complejas e incluso contradictorias, que atañen a temas sobre la veracidad, fiabilidad y relevancia de la información y del conocimiento (Bustos y Feltrero, 2005). La complejidad de tales implicaciones se refiere a un debate propio de las ciencias sociales, expresado por Ianni de la siguiente manera: “Existen conceptos, categorías e interpretaciones sedimentados o ampliamente aceptados en las ciencias sociales que requieren nuevas definiciones, o simplemente ser abandonados; de la misma manera que otros necesitan ser creados” (en Valdés, 2003: 3).

Hablamos de un incipiente campo de estudio que ya no sólo se limita al análisis y evaluación de los efectos económicos, sociales y políticos producidos por el uso experto de los recursos tecnológicos, sino más bien a identificar y potenciar sus respectivas estrategias de penetración, tanto en la intersubjetividad de los procesos

de interacción social estudiados por las ciencias sociales como en la generación de un conocimiento abierto a un horizonte de incalculables e impredecibles posibilidades -ajenas a toda regla o prescripción disciplinaria. Aquí radica la afectación a la que está expuesto el conjunto de las ciencias sociales, en un momento en que las TIC revolucionan a un ritmo acelerado, no sólo transformando la realidad social sino también las formas de percepción de los acontecimientos por parte de actores y de científicos sociales.

“No se puede prever el futuro de un mundo globalizado, complejo y cambiante porque las certezas de la modernidad que guiaban las ciencias sociales hacia la colonización del futuro han sido sustituidas por las ‘incertidumbres del saber’, lo cual ha repercutido en sus ‘funciones predictivas’ y estatutos teórico-metodológicos” (Valdés, 2003: 3).

La producción de conocimiento sobre lo social se enfrenta, por decirlo en términos de Brunner, al reto de dos culturas, una “lenta” y otra “veloz”. Para ilustrar tal distinción, el autor recurre a la figura del conductismo y el psicoanálisis; mientras en la primera la atención está centrada en “los estímulos y las respuestas, el condicionamiento operante, el cómo y no el porqué”, en la segunda la preocupación se presenta en “la profundidad y sus síntomas, el *insight* y el aprendizaje, la hermenéutica sin fin, la gramática del deseo” (Brunner, 1988: 27). Situarse en este segundo escenario significa, para el actor social y para el sujeto cognoscente, ser objeto de aquellos ajustes identitarios que le planteen su respectiva condición, en un contexto marcado más por la incertidumbre que por una certeza de futuro.

188

Consolidadas como disciplinas formales gracias al poder estructurante de las instituciones académicas -en las que se insertan y a las que se han históricamente ajustado-, las ciencias sociales se enfrentan hoy a la dinámica de un entorno social que anula toda posibilidad de construir escenarios cognitivos fundados en la regularidad de los hechos y de la acción social.<sup>1</sup> A ello se suma la afectación de la que son objeto estas ciencias en razón de la presencia y penetración de los nuevos dispositivos tecnológicos, situación que les plantea la necesidad de reafirmar su solvencia cognitiva para atender las nuevas demandas; esto les supone mostrar su capacidad para ofrecer plataformas argumentativas lo suficientemente actualizadas para abordar el estudio de problemáticas sociales asociadas con fenómenos tales como la movilidad, las redes y los flujos sociales, la generación masiva y el acceso abierto a la información, la comunicación multi-direccional e instantánea y, por si fuera poco, el intercambio de mundos y productos simbólicos de considerables alcances y consecuencias.

---

1. Un comportamiento semejante al descrito por Bourdieu al referirse al concepto de campo científico como esfera de la vida social, y como “sistema de relaciones objetivas” entre posiciones adquiridas (en las luchas anteriores), es el lugar (es decir, el espacio de juego) de una lucha competitiva que tiene por desafío específico el monopolio de la autoridad científica, inseparablemente definida como capacidad técnica y como poder social (1994: 131).

Al condicionar el futuro de las ciencias sociales, los nuevos referentes de contexto y de sentido modifican el papel del actor social al deslocalizar de su grupo o sector social de origen aquellos productos simbólicos puestos en circulación a través de medios electrónicos. Esto significa un reacomodo constante de vínculos entre grupos y sectores sociales de diversa procedencia que intervienen ya sea generando información o conocimiento, o bien accediendo y haciendo uso de ellos. Un intercambio en el terreno de la producción simbólica que representa para todo científico social un reto no menos importante por atender: "La reorganización de los escenarios culturales y los cruces constantes de las identidades exigen preguntarse de otro modo por los órdenes que sistematizan las relaciones materiales y simbólicas entre los grupos" (García-Canclini, 1990: 288-289). Una interrogante que invita a replantear la naturaleza del objeto -u objetos- de estudio de las ciencias sociales.

El científico social experimenta un ajuste en su quehacer cognitivo en dos sentidos. En primer lugar, apartándose de aquellos recortes de observación fragmentados de la realidad, demarcados por las clásicas fronteras disciplinarias e institucionales habitualmente arraigadas a certezas. En segundo lugar, al ver debilitadas tales certezas por el cambio acontecido en la accesibilidad, interactividad, inmediatez, variabilidad y detalle de la información que circula en medios electrónicos, el científico se enfrenta a la necesidad de comprometerse: "Cualquier lugar de observación [en el que se sitúe] se convierte en un punto omnisciente respecto del conjunto" (Hopenhayn, 2004).

Los soportes electrónicos introducen nuevas actividades en la vida cotidiana del actor y del científico social, nuevas herramientas para desarrollar sus respectivas actividades, implantando y suplantando espacios cuya estructura se asemeja a la de una organización institucional. Para el caso del actor social, el acceso abierto a todo tipo de contenido lo posiciona en un terreno donde a cada uno le atañe depurar y filtrar el conocimiento y la información a la que se accede; un proceso que depende del tipo de operaciones epistemológicas que para ello se pongan en marcha. Además de operar en el individuo cambios cognitivos importantes, esta experiencia cumple con un papel decisivo para la formación de lo que Levy (1999) define como conciencia colectiva; una conciencia que, si bien se ha nutrido históricamente del lenguaje y de la cultura, ahora se ve potenciada por la red de redes (Internet).

189

Para el caso de la producción de conocimiento, las posibilidades interactivas de la acción y de la comunicación social, así como el acceso al enorme volumen de contenidos que circulan por la red, rebasan en mucho la capacidad del científico y de su campo para abarcarlo en su totalidad, identificarlo, descifrarlo e interpretarlo en cuanto a sus posibilidades de relevancia científica. La alternativa ya no es instituir comunidades especializadas en determinados ámbitos o temas de relevancia, sino identificar aquellos fenómenos producidos como resultado de la nueva dinámica social construida en torno a redes, flujos y movimientos sociales en permanente movimiento, sin por ello menospreciar el espacio de las identidades donde descansa la experiencia cotidiana.

Otra actividad que se introduce en los procesos de producción de conocimiento social es precisamente la que opera en la circulación de los productos científicos. La

publicación científica digital se convierte en una herramienta que ha dejado de estar dirigida a públicos delimitados y que ha replanteando su trascendencia social asimilándose a las redes de circulación, intercambio y debate sobre temas que atañen a toda la sociedad; redes prácticamente abiertas sin grandes restricciones a la participación e incluso a la intervención de sectores sociales distintos a los habitualmente considerados sus productores directos.

Podría afirmarse que el desafío para las ciencias sociales radica en la posibilidad de cerrar la brecha existente entre la condición del conocimiento disciplinario formalmente constituido y la correspondiente de realidad social actual; una tarea que Bustos y Feltrero visualizan de la siguiente manera:

“El análisis de Internet y su influencia en los procesos epistémicos sociales constituye un continuo con las disciplinas (sociología, antropología, etc.), orientaciones (relativismo, estudios culturales, etc.) y metodologías de análisis (etnografía) que resaltan los factores externos a esos procesos que abarca generosamente el calificativo de ‘contextuales’ (...) Internet es un elemento que (...) contribuye a desplazar el análisis de las cuestiones de contenido (qué es conocimiento, cómo se acredita, etc.) a las cuestiones de forma y función (cuáles son las estructuras que subyacen su producción, qué papel desempeñan en el conjunto de la vida social)” (2005).

190

Las ciencias sociales y las humanidades no han tardado en perfilar caminos que las posicionen en el centro de la complejidad de las actuales circunstancias; las respuestas por ellas ofrecidas apuntan en distintas direcciones. Retomamos aquellas cuyos planteamientos han considerado a la interacción social no sólo como el espacio más intervenido por las TIC, sino como “esencial para comprender la constitución del pensamiento social, puesto que las interacciones sociales expresan una relación significativa en cómo una persona piensa sobre éstas y cómo influyen en su desarrollo” (Turiet, en García, 2005: 13).

- En el caso de la historia, el distanciamiento de la normativa disciplinaria y la transformación de los recursos y de las condiciones para el desempeño del oficio plantean al historiador al menos tres retos: a) ceder y acceder a una mayor socialización -favorecida por la digitalización, las redes de comunicación y de acceso a la información- de las preciadas fuentes históricas; b) tomar distancia de su condición de “experto” único y acreditado por una comunidad -cuyas valoraciones sobre el pasado habían sido tradicionalmente consideradas como definitivas e irrefutables-; y sobre todo c) rescatar el sentido del pasado no como un antecedente inmutable del presente, sino como un recurso interpretativo de la complejidad del hecho histórico presente y como referente de múltiples futuros posibles. En esta dirección, el historiador se establece como productor y portador de discursos flexibles, descentrados de la multi-causalidad, abiertos a la contradicción y a la incertidumbre de futuro. El acceso a la información y a la diversidad de formas de comunicación favorecidos por los recursos tecnológicos



permite al historiador disponer de un mayor volumen de fuentes bibliohemerográficas, nuevas herramientas y procedimientos digitales, estrategias de enseñanza y aprendizaje que lejos de constreñirse al medio escolar se posicionan en espacios virtuales cada vez más amplios y de mayor repercusión cognitiva, formas alternativas de pensar, escribir y comunicar la historia. De manera específica, Noiret (2011: 239) apunta para la historia contemporánea la posibilidad de incorporar como parte de su contenido la diversidad de representaciones identitarias y de reconstrucción de la memoria, formas de pensamiento y acción colectivizadas, por lo general contrarias a las tradicionales reconstrucciones individualizadas del oficio de historiador.

- En la perspectiva de potenciar las disposiciones de la escritura y la lectura los recursos tecnológicos han mostrado su capacidad para traspasar y revertir el sentido de lo tradicionalmente conocido como desarrollo de habilidades de lectura y escritura, ceñido a parámetros estandarizados y regulables. Sin considerar que el libro haya sido relegado y suplantado por la pantalla de una computadora, sí es un hecho que los mecanismos de acceso y la rapidez para tomar contacto y efectuar elecciones sobre una considerable cantidad de material literario disponible en los grandes acervos electrónicos, sí son factores que han contribuido a que la producción, circulación y consumo literario formen parte de la vida de muy diversos sectores sociales; muy a diferencia de la restringida penetración social de la que el capital literario era objeto. Esto sin duda representa un nuevo impulso cultural para que la producción literaria, antes limitada al letrado, al especialista y a un selecto grupo consumidor, pase a formar parte de la vida cotidiana de todo aquel que se considere fuente y destino de tal producción. Ya no sólo son el escritor, el investigador, el profesor y el alumno los destinatarios exclusivos de la variedad de estilos y géneros literarios; ahora su radio de acción abarca sectores antes impenetrables y de los que el material literario es parte constitutiva. Además de la expansión del área de influencia de los productos literarios de origen analógico -con su consecuente digitalización-, en la actualidad son cultivados nuevos géneros como la literatura creada con medios digitales, la literatura digital o ciber-literatura. Un material creado con la intervención de un programa o proceso computacional (*software*), sin que dicha intervención suponga su simple utilización como herramienta.

- Sin diferenciarse ni apartarse de otras disciplinas, la antropología tiende a distinguirse no tanto por un objeto en particular, sino más bien por su interés por el hombre como producto de la sociedad y de la cultura a la que pertenece. Su atención se orienta al estudio de la dimensión de lo cotidiano de la realidad social, recuperando a los sujetos sociales y las construcciones de sentido por ellos producidas como parte de un conjunto social (Guiamet y Saccone, 2015: 85). Al verse intervenida por las tecnologías de la información y de la comunicación, la cotidianidad a la que se enfrenta el antropólogo le obliga a reconocer que las construcciones de sentido elaboradas por los sujetos sociales ya no se encuentran del todo arraigadas a su respectiva base cultural e institucional de origen, porque ahora requieren de parámetros de observación e interpretación más abiertos y flexibles. Esto le abre al antropólogo un panorama que apunta en varias direcciones. En lugar de centrarse en la comprensión de la unicidad de la cultura y

de su pertenencia a tiempos y a entornos geográficos bien delimitados, el acercamiento antropológico se enfrenta al desanclaje de las relaciones sociales antes explicadas como meros componentes de la tradición, para entonces entenderlas en función de: “la importancia de abordar la cotidianeidad de los sujetos, las construcciones de sentido lo que no implica abordar la realidad como una realidad “discursiva”, sino (...) otorgar importancia a los sentidos implícitos en el quehacer de los sujetos, en la conciencia práctica” (Guiamet y Saccone 2015: 90). En lugar de pretender elaborar categorías analíticas especiales para pensar en la penetración de lo digital en los vínculos y las relaciones sociales entabladas por los individuos, resulta más ventajoso “analizar etnográficamente cómo lo digital configura y forma parte de las realidades contemporáneas y abre, más que cierra, las preguntas sobre cómo operan las categorías básicas de pensamiento como materia, espacio, persona, diferencia, desigualdad, cambio y continuidad, al enfrentarse al entendimiento de lo digital” (Ardèvol y Lanzeni, 2014: 33).

- La educación como objeto de estudio de las ciencias sociales es otro caso donde la digitalización y la acción de las redes de comunicación han dado lugar a una trasgresión en sus habituales marcos explicativos que la distinguían como campo de conocimiento especializado. Estudiada a detalle por Maldonado, la educación ha sido considerada un dominio aparentemente específico y propio de las humanidades y las ciencias sociales, entendidas ambas más en su sentido aplicado que como producto de un conocimiento fundado en lo complejo, y en la dinámica de la acción social y del hombre. La educación pasa de ser considerada como un proceso contenido, restringido, jerarquizado y regulado que se sucede y se mantiene en permanente equilibrio a lo largo de la experiencia humana a entender su potencial y su trascendencia de la educación como posibilidad “de y para la vida, antes que de destrezas, habilidades, competencias, técnicas y contenidos cognitivos o comportamientos. El verdadero, el auténtico campo de trabajo de la educación es el de los futuros” (2014: 13). Como objeto de estudio de las ciencias sociales, los procesos educativos difícilmente pueden continuar siendo acotados a los marcos institucionales y disciplinarios; su área de influencia y los mecanismos de los que se valen para ocupar un lugar central en el desarrollo de las sociedades abarcan, por la intervención de las TIC, vastas dimensiones: el conocimiento y su creciente expansión y distribución social; la presencia de medios electrónicos y la diversidad de prácticas cotidianas incorporadas a las que éstos han dado lugar; la variedad de formas de interacción social y su movilidad en tiempo y espacio, entre otras.

192

## Reflexiones finales

El avance y la innovación tecnológica han sido una constante en el desarrollo de las sociedades. Su injerencia en la modificación de estructuras económicas, sociales, culturales y de pensamiento ha reconfigurado, de muy distintas maneras y en distintos momentos, el sentido y el imaginario social de lo real, del mundo e incluso del individuo. La tecnología ha formado parte de la experiencia del hombre, desempeñándose como parte constitutiva de la cultura, y del conocimiento producido por el hombre a lo largo de su historia.

En sus distintas etapas, el papel desempeñado por la tecnología ha sido objeto de controversias en el seno de las esferas económica y política, decantándose en ocasiones a favor y en otras en contra de sus efectos producidos en la sociedad. En el debate académico de las ciencias sociales, el componente tecnológico se ha desempeñado más bien como un detonante de nuevos enigmas de conocimiento que, en algunos casos, han potenciado la capacidad interpretativa propia de este campo de estudio y, en otros, por el contrario la han obstaculizado restringiendo su alcance heurístico.

Como componente intrínseco del desarrollo en las sociedades, la tecnología ocupa un papel central como referente de sentido en los procesos de producción de conocimiento sobre lo social, orientando todo esfuerzo interpretativo hacia la construcción de horizontes de futuros posibles: “El futuro constituye uno de los problemas capitales que enfrenta las ciencias sociales en un mundo globalizado que fragmenta las certezas ilustradas y multiplica exponencialmente los riesgos que enfrenta la humanidad” (Valdés, 2013: 179). Se trata de un mundo movilizad por la digitalización de la vida cotidiana, donde participan de manera activa y decisiva un número cada vez mayor de grupos sociales provenientes de diversos orígenes sociales y culturales. Lo digital ha dejado de desempeñarse como un componente más de la vida cotidiana para convertirse en una mediación en la vida del hombre que opera gracias a la interacción social y a la formación de la intersubjetividad.

Para las ciencias sociales, esto significa renunciar a la idea de entender a la tecnología y a toda representación digital como entidades externas, con una dinámica propia y ajena a la interacción y el intercambio entre individuos y grupos sociales. El propósito ahora es incorporarla a la especificidad de la realidad como parte integrante de la actividad social, como proceso y como producto cultural generador de nuevas significaciones para y sobre la sociedad y el conocimiento. Sea cual fuere el grado de implicación que se tenga con respecto a los medios electrónicos y digitales, corresponde a los individuos y a los grupos sociales que de algún modo los incorporan en su vida diaria dotarlos de sentido para estar en condiciones de renovar constantemente su relación con el entorno y consigo mismo.

193

## Bibliografía

ARDÈVOL, E. y LANZENI D. (2014): “Visualidades y materialidades de lo digital: caminos desde la antropología”, *Revista Anthropologica*, vol. 32, n° 33, pp. 11-38.

BUSTOS, E. y FELTRERO R: (2005): “Internet y el acceso al conocimiento. La articulación de lo epistemológico y lo moral”. Disponible en: [http://www.uned.es/dpto\\_log/ebustos/docs/InternetAcceso.pdf](http://www.uned.es/dpto_log/ebustos/docs/InternetAcceso.pdf). Consultado el 6 de febrero de 2015.

BOUZA, F. (2002): “Innovación tecnológica y cambio social”, en V. Pérez y B. Fernández (coords.): *Las encrucijadas del cambio social, Universidad de Vigo y*

*Centro de Investigaciones Sociológicas*, pp. 85-97. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/471-2013-11-05-innova.pdf>. Consultado el 4 de febrero de 2015.

BRUNNER, J. J. (1988): *El espejo trizado: ensayo sobre cultura y políticas culturales*, Santiago, FLACSO.

BOURDIEU, P. (1994): "El campo científico", *Redes: Revista de estudios sociales de la ciencia*, vol. 1, n° 2, pp. 131-159

CASTELLS, M. (2012): "El poder en la era de las redes sociales", *Nexos*, n° 417, pp. 44-51. Disponible en: <http://www.nexos.com.mx/?p=14970>. Consultado el 24 de mayo de 2015.

GARCÍA-CANCLINI, N. (1990): *Culturas híbridas: estrategias para entrar y salir de la modernidad*, México, Grijalbo.

GIDDENS, A. (1999): *Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas*, México, Taurus.

GIDDENS, A. (2001): *En defensa de la sociología*, Madrid, Alianza Editorial.

GARCÍA, J. (2005): "Intersubjetividad y saber: El papel de los intercambios y la toma de perspectiva del otro", *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*, vol. 43, n° 109-110, pp. 11-19.

GIMÉNEZ, G. (2002): "Territorio, cultura e identidades. La región socio-cultural", en R. Rosales (coord.): *Globalización y regiones en México*, México, Miguel Ángel Porrúa/UNAM, pp. 19-51

GIMÉNEZ, G. (2002): "Globalización y cultura", *Revista Estudios Sociológicos*, vol. 20, no. 1, pp. 23-46.

GUIAMET, J. y SACCONI, M. (2015): "La cocina de la investigación: algunas consideraciones teórico-metodológicas sobre el "enfoque socio-antropológico", *Revista Sociológica de pensamiento Crítico*, vol. 9, n° 1, pp. 81-92. Disponible en: <http://www.intersticios.es/article/view/13993>. Consultado el 17 de marzo de 2015.

HOPENHAYN, M. (2004): "Orden Mediático y Orden Cultural: Una ecuación en busca de Resolución", *Pensar Iberoamérica*, n° 5. Disponible en: <http://www.oei.es/pensariberoamerica/ric05a02.htm>. Consultado el 10 de febrero de 2015.

LÉVY, P. (1999): "Cibercultura y educación", *La Universidad en la Sociedad de la Información. Documentos Columbus sobre Gestión universitaria*, París, CRE-Columbus-UNESCO.

MALDONADO, C. E. (2014): "¿Qué es eso de pedagogía y educación en modernidad?", *Intersticios sociales*, n° 7, pp. 3-23. Disponible en:

[http://www.intersticiosociales.com/ediciones/numero\\_7.html](http://www.intersticiosociales.com/ediciones/numero_7.html). Consultado el 9 de febrero de 2015.

NOIRET, S. (2011): “Y a-t-il une histoire numérique 2.0?”, en J. P. Genet y A. Zorzi (eds.): *Les Historiens et l'informatique. Un métier à réinventer*, Roma, *École française de Rome*, pp. 235-288. Disponible en: [http://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/18074/Noiret\\_web-2-histoire-ecole-fran%C3%A7aise-2010.pdf](http://cadmus.eui.eu/bitstream/handle/1814/18074/Noiret_web-2-histoire-ecole-fran%C3%A7aise-2010.pdf). Consultado el 17 de enero de 2015.

NÚÑEZ, J. (1999): *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*, La Habana, Editorial Félix Varela. Disponible en: <http://www.indernet/provincias/hlg/documentos/textos/P%20S%20DE%20LA%20CIENCIA%20Y%20LA%20TECNOLOGIA/P%20S%20DE%20LA%20CIENCIA%20Y%20LA%20TECNOLOGIA.pdf>. Consultado el 5 de febrero de 2015.

SENNETT, R. (2000): *La corrosión del carácter. Las consecuencias personales del trabajo en el nuevo capitalismo*, Barcelona, Anagrama.

VALDÉS, A. (2013): “Mirando al futuro: las ciencias sociales en un mundo globalizado”, Disponible en: <http://www.chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id=Nzgz0>. Consultado el 9 de febrero de 2015.

VILLE, S. (2001): *L'imaginaire des nouvelles technologies*, Rennes, *Studio créatif de France Télécom R&D*. Disponible en: <http://pufr-editions.fr/livre/limaginaire-et-repr%C3%A9sentation-nouvelles-technologies-communication>. Consultado el 4 de febrero de 2015.



**Efectos de la capacidad de absorción tecnológica  
en el crecimiento económico**

**Efeitos da Capacidade de Absorção Tecnológica  
no Crescimento Econômico**

***Effects Of Technological Absorption Capacities  
In Economic Growth***

**Jesús Armando Ríos-Flores, Miriam Liliana Castillo-Arce  
y Rosario Alonso Bajo \***

Este estudio presenta un análisis, desde una perspectiva macroeconómica, sobre el efecto de las capacidades tecnológicas de una serie de países, ajustadas por su capacidad de absorción en el producto interno bruto por trabajador en un modelo de datos de panel. Para la estimación del modelo se recurre a una función no lineal, dado que los efectos tecnológicos son diferenciados dependiendo de la etapa de desarrollo en que se encuentre cada país. En primer término, se encuentra que existen rendimientos positivos pero decrecientes, tanto en el gasto en investigación y desarrollo como en su capacidad tecnológica. En segundo término, mediante la segmentación de los países por su nivel de ingreso, se encuentra que sólo en los países de ingreso alto se presentan efectos positivos de la tecnología, con efectos mayores una vez que se ajustan los indicadores tecnológicos por su capacidad de absorción.

**Palabras clave:** capacidad tecnológica, capacidad de absorción, crecimiento económico, datos de panel

---

\**Jesús Ríos*: profesor de la Facultad de Ciencias Sociales y Políticas de la Universidad Autónoma de Baja California, México. Correo electrónico: jríos89@uabc.edu.mx. *Miriam Castillo* y *Rosario Alonso*: profesores de la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de la Universidad Autónoma de Sinaloa, México. Correos electrónicos: mi.castillo@gmail.com y alonsobajo@yahoo.com.mx.

Este estudo apresenta uma análise, a partir de uma perspectiva macroeconômica, sobre o efeito das capacidades tecnológicas de uma série de países ajustadas por sua capacidade de absorção no produto interno bruto por trabalhador em um modelo de dados de painel. Para a estimativa do modelo, recorre-se a uma função não linear, pois os efeitos tecnológicos são diferenciados dependendo da fase de desenvolvimento em que cada país estiver. Em primeiro lugar, encontra-se que existem desempenhos positivos, porém, decrescentes, tanto no investimento em pesquisa e desenvolvimento quanto em sua capacidade tecnológica. Em segundo lugar, na segmentação dos países conforme seu nível de renda, encontra-se que somente nos países de alta renda se apresentam efeitos positivos da tecnologia, com efeitos maiores quando os indicadores tecnológicos são ajustados conforme sua capacidade de absorção.

**Palavras-chave:** capacidade tecnológica, capacidade de absorção, crescimento econômico, dados de painel

*This paper presents an assessment from a macroeconomic perspective on the effect of technology capacities in a group of countries, adjusted by the absorptive capacity in their gross domestic product per worker in a dashboard model. A non-linear function was used to estimate the model because technology effects are segregated by the stage of development of each country. Firstly, we found out that there are positive but decreasing effects, both in research and development expenditure as well as in their technological capacity. Secondly, by dividing the countries according to their income levels, we discovered that high-income countries show positive effects stemming from technology, with even higher effects when the technology indicators are adjusted by absorptive capacity.*

198

**Key words:** technology capacity, absorptive capacity, economic growth, panel data



## Introducción

La innovación es uno de los temas de mayor relevancia en la vida económica (Kraemer-Mbula y Wamae, 2010). Las ventajas competitivas sustentables son aquellas basadas en los productos y procesos nuevos ligados directamente a las capacidades tecnológicas (Lall, 2001). En este sentido, la innovación es el elemento clave en la definición de una estrategia de incremento de productividad, y como instrumento de diferenciación del producto y de crecimiento de la cuota de mercado (Andreoni, 2014). En este contexto, la mayoría de los países apuestan en la innovación, mediante el incremento en el gasto en investigación y desarrollo (GIDE), y al fortalecimiento generalizado de las actividades tecnológicas, pero sus resultados económicos no siempre son los esperados (Dossi *et al.*, 2006).

Junto a los cambios en la forma de producir y competir, así como a las diferencias estructurales e institucionales, se ha encontrado que la innovación con impactos económicos y productivos relevantes tiende a estar concentrada en algunas regiones (Furman *et al.*, 2002). Por ejemplo, los países industrializados como Estados Unidos, Japón o Alemania, que concentran la mayor parte de las innovaciones mundiales, son también los que presentan mayores capacidades de absorción de la inversión y las tecnologías, lo que les permiten crear, aplicar y difundir más deprisa la innovación. Si bien los recursos destinados a la innovación son importantes, la capacidad para absorber creativamente las tecnologías no depende exclusivamente de los recursos destinados para hacerlo, sino conjuntamente de las inversiones que permiten el fortalecimiento del capital humano y científico sustentado en estructuras productivas dinámicas (Fagerberg, 1987; Cohen y Levinthal, 1989 y 1990).

199

En el plano microeconómico un descubrimiento científico o una idea creativa es innovación en el momento en que se utiliza para resolver un problema concreto (OECD y Eurostat, 2005), pero en el plano macroeconómico, el cambio tecnológico está presente cuando las mejoras en una empresa se convierten en mejoras para un sector industrial o para la economía en general (Fagerberg *et al.*, 2010). Esta capacidad para transformar la innovación privada en crecimiento regional está ligada a la capacidad global de la región para incorporar con rapidez los nuevos paradigmas tecnológicos al sistema económico (Cimoli *et al.*, 2005).

Debido a las diferencias tecnológicas, productivas e institucionales en los espacios regionales, la profundidad del análisis tecnológico regional cobra relevancia. Si bien los indicadores como las patentes o el GIDE son frecuentemente utilizados en el entorno internacional, su capacidad explicativa se encuentra limitada, especialmente en los países con debilidad institucional (Albornoz, 2009; Ríos y Castillo, 2015). Por ejemplo, una patente puede tener distinto grado y rapidez de comercialización de acuerdo con el tipo de tecnología, rama y sector de la economía en el que se produzca, o bien puede haber empresas que por efectos estratégicos prefieren mantener en secreto sus descubrimientos tecnológicos y no patentar, mientras el GIDE en muchos casos es ciencia básica con limitada aplicación productiva.

Motivados por las diferencias estructurales en la competencia y la producción, así como por los diferentes tipos de rendimientos para cada tecnología, surge una serie

de enfoques que realzan las particularidades regionales en la generación y efectos de la innovación (Solo, 1966; Vernon, 1966; Nelson y Winter, 1982; Rosenberg, 1999; Lundvall, 2010). Por ello, una de las partes centrales de su estudio se encuentra en las fuentes que la determinan y el entorno económico que acota su efecto en el ingreso (Furman *et al.*, 2002; Fagerber *et al.*, 2010). Debido a las particularidades de cada entorno regional, conocer las fuentes de la innovación proporciona información importante para la generación de políticas tecnológicas pertinentes para el desarrollo productivo de cada región.

Bajo la idea general de que existen diferencias tecnológicas entre los países, y dado que los países desarrollados suelen ser los primeros en implementar las innovaciones podíamos esperar que el efecto económico de cada tecnología sea diferenciado tanto en los rendimientos como en los efectos por países. Así, el objetivo de este trabajo es el de estimar el efecto de las capacidades tecnológicas en el crecimiento económico diferenciando entre países de ingreso alto e ingreso medio-bajo, ajustados por sus capacidades de absorción en una función no lineal.

Para el cumplimiento del objetivo, el trabajo se compone de cinco secciones. En la primera se presenta una revisión de la literatura referente a las capacidades nacionales de aprendizaje e innovación, como medidas de capacidades de absorción y creación y sus efectos en el crecimiento. En la segunda sección se presenta la metodología. En una primera parte se presenta el modelo factorial (MF) para el cálculo de un indicador sintético de capacidad tecnológica (CT), con el fin de robustecer el indicador tecnológico para los países en desarrollo, y en una segunda parte se procede a la contrastación empírica mediante un modelo de datos de panel. En la sección tres se presenta un análisis previo de datos. Finalmente, en las secciones cuatro y cinco, se presentan los resultados y las conclusiones respectivamente.

200

## 1. Absorción tecnológica y crecimiento económico

¿Por qué crecen las economías? La opinión popular acostumbra dar tres tipos de respuestas. La primera nos dirá que la economía crece porque los trabajadores tienen cada vez más capital para trabajar (Solow, 1956). La clave del crecimiento será, pues, la inversión por parte de las empresas. El segundo tipo de respuesta asegurará que la clave es la educación de la población (Shultz, 1961); hoy somos capaces de producir más porque los trabajadores son más calificados. Entonces la clave es el incremento en la cobertura y el nivel escolar. El tercer tipo de respuesta relacionará el crecimiento económico con el progreso tecnológico. Según esta visión, hoy somos mucho más productivos porque las máquinas que utilizamos son mucho mejores y porque nuestro nivel de conocimientos es superior al que teníamos (Romer, 1990).

En el corto plazo la producción nacional viene determinada por las variaciones de la demanda, en especial por el efecto de la inversión en el multiplicador como mecanismo para acelerar la producción. En el largo plazo el efecto de la inversión es diferente. En última instancia, la capacidad del sistema para generar crecimiento y los límites a la expansión potencial vienen regidos por las fuerzas dinámicas del progreso

técnico y la tasa de aumento del trabajo suministrado que supere las necesidades del crecimiento poblacional y la depreciación del capital (Kalecki, 1954; Solow, 1956).

El progreso técnico o la innovación se analizan generalmente bajo dos enfoques. En el enfoque microeconómico, un descubrimiento científico o una idea creativa es innovación en el momento en que se utiliza para resolver un problema concreto. En consecuencia, el desarrollo tecnológico consiste en su actualización permanente en el ámbito de la empresa (Autio *et al.*, 2014). En el enfoque macroeconómico, el cambio tecnológico está presente cuando las mejoras en una empresa logran convertirse en mejoras para un sector industrial o para la economía en general, lo que dependerá de la difusión del conocimiento tecnológico (Vázquez, 2005), la competencia industrial no extrema (Porter, 1990) y la capacidad del sistema para absorber y transformar el conocimiento de punta (Solo, 1966; Cohen y Levinthal, 1989 y 1990).

En la Teoría Neoclásica del crecimiento, un primer aspecto a destacar es el predominio de una visión del cambio técnico como un fenómeno exógeno, pese a las críticas de Arrow (1962) y Kaldor (1985), popularizándose la metodología de medición del cambio técnico propuesto por Solow (1957). La superación de esta visión exógena dio lugar a la consideración del problema del vehículo del cambio tecnológico.

En Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitts (1992), versiones de la teoría del crecimiento endógeno, el énfasis se desplaza de la formación de capital fijo a la de capital humano y conocimiento tecnológico: enfoque más actual que destaca el papel de los factores organizacionales y de aprendizaje en el crecimiento. Los autores mencionados consideran que el cambio técnico es la fuerza detrás de la inversión, en forma tal que parte del crecimiento atribuido a la acumulación de capital proviene de la innovación. Por ende, suponen que la acumulación de capital físico tiene lugar como respuesta a la acumulación de conocimiento.

201

En la visión endógena (Romer, 1990) el progreso tecnológico se presenta bajo la forma de un aumento constante del número de *inputs* intermedios  $A_t$  de la forma  $y_t = H_{yt}^\alpha L_{yt}^\beta (A_t x_t) A_t^{1-\alpha-\beta}$  (Sala-i-Martin, 2000), destacando la endogeneidad de  $A_t$  de la siguiente forma:

$$(\dot{A}_t) = \delta H_t A_t \quad (1)$$

Donde  $\dot{A}_t$  representa un nuevo flujo de *inputs* intermedios similar a un flujo de conocimientos nuevos, esto es, depende positivamente del personal dedicado a la I+D ( $H_t$ ) y del stock de conocimientos acumulados ( $A_t$ ), es decir, a generación de ideas depende del esfuerzo tecnológico, lo que a su vez depende directamente de los recursos destinados a la investigación, y  $\delta$  representa la productividad del capital en la producción de nuevas ideas. En este sentido el crecimiento de la economía depende del crecimiento de conocimiento.

Tanto la teoría exógena como la endógena del crecimiento vía cambio técnico conciben dicho proceso como lineal, dado que los efectos del cambio técnico se consideran directos y secuenciales, además de ser acumulativos en cualquier tipo de conocimiento. Ante las críticas de los modelos lineales surge la visión evolucionista del cambio técnico. En esta perspectiva, un primer paso es reconocer que las condiciones en que se desenvuelve el proceso de cambio técnico están signadas por la incertidumbre y la presencia de externalidades y rendimientos dinámicos (Nelson y Winter, 1982; Loasby, 2001; Metcalfe, 2002).

Si bien los teóricos del crecimiento endógeno coinciden con los evolucionistas en la ruptura con el marco del equilibrio competitivo y discuten la noción según la cual las mencionadas condiciones en que se desenvuelve el proceso de cambio técnico serían desviaciones de dicho equilibrio (Nelson, 2008). Al abordar esas desviaciones como centro de análisis, el evolucionismo resalta el proceso de aprendizaje y la formación de capacidades como fenómenos que limitan temporal y espacialmente los efectos tecnológicos (Krammer y Sorin, 2009; Fagerberg *et al.*, 2010; y Autio *et al.*, 2014).

La tecnología no es un bien disponible sin costo, ya que requiere de conocimiento específico a la firma, acumulado a través de un proceso de aprendizaje determinado por ese conocimiento y sus capacidades de absorción (Omidvar, 2013). Por esto, las firmas poseen habilidades tácitas de cómo producir y no todas harán lo mismo por tener acceso a la misma información (Nelson, 1991).

202

En la globalización, los patrones para producir conocimiento se han transformado a la par de los participantes en su producción (Lopez-Leyva *et al.*, 2014). Han surgido nuevos agentes económicos entre los que destacan las universidades y las instituciones de I+D. Bajo el esquema de la triple hélice, las instituciones públicas participan en los mercados tecnológicos al patentar sus resultados y comercializarlos o impulsar spin-offs desde las universidades (Etzkowitz y Leydesdorff, 1997). Esta nueva visión de vinculación significó la transición de un modelo de ciencia abierta hacia otro orientado a la industria y la comercialización (Slaughter y Rhoades, 2004).

La producción de conocimiento, particularmente en las economías industrializadas, genera transferencias de conocimiento tecnológico entre países, constituyéndose en términos generales dos tipos de economías: las industrializadas que son exportadoras netas de tecnología y las no industrializadas o en etapas iniciales como importadoras netas (Jaramillo *et al.*, 2001). Los países que adquieren el conocimiento desde el exterior, lo hacen en la medida en que son capaces de comprar o apropiarse del conocimiento para su implementación posterior en la actividad económica nacional (Nieto y Quevedo, 2005; Lopez-Leyva *et al.*, 2014).

Entre los países productores de conocimiento y los países receptores, la difusión no es homogénea ni mantiene los mismos patrones. Lall (1992) explica que esto se debe a que las capacidades tecnológicas para asimilar los flujos de conocimiento externo son diferentes entre los países. Las capacidades tecnológicas juegan un doble papel (Cohen y Levinthal, 1990) como mecanismos de asimilación, pero a la vez, dependiendo de sus fortalezas (capital humano, infraestructura tecnológica y

capacidad de aprendizaje, entre otras), pueden crear las condiciones para pasar de la etapa de asimiladores de conocimiento a la de productores de nuevo conocimiento.

Al analizar la evidencia internacional, especialmente en el caso de los países en desarrollo, el incremento en los recursos a la investigación no necesariamente se traduce en un mayor número de innovaciones (Dossi *et al.*, 2006). Asimismo, las innovaciones no están ligadas necesariamente a las regiones con mayores inversiones en investigación (Omidvar, 2013). En este sentido, independientemente de la cantidad de información y conocimiento que produzca o reciba externamente una sociedad, si no hay vinculación entre el conocimiento codificado y las diversas competencias que se materializan en las empresas y sectores productivos, los países no serán capaces de traducir esos conocimientos en innovación y en un sendero de crecimiento estable (Cimoli *et al.*, 2005; Fagerberg *et al.*, 2010).

La estructura productiva determina las relaciones que se establecen entre sectores y empresas, así como las rutinas prevalecientes en la producción, la distribución y el consumo. El aprendizaje, aspecto fundamental del proceso de innovación, se halla fuertemente relacionado con estas rutinas y relaciones (Becker *et al.*, 2005). En tanto el marco institucional abarca no sólo los centros públicos y privados dedicados a actividades de I+D, sino a todas las formas de organización y a las convenciones y los comportamientos prevalecientes en una comunidad (Lundvall, 2010). Si bien los países que destinan una mayor inversión al campo tecnológico no garantizan la innovación y el crecimiento, es indudable que éstos se encuentran con mayores capacidades de absorción del conocimiento entrante (Cohen y Levinthal, 1989).

203

En el tema del sistema nacional de innovación los evolucionistas rescatan dos aspectos de la tradición schumpeteriana. El primero es la unidad entre tecnología y firma, la cual surge de concebir el conocimiento tecnológico como idiosincrásico, a menudo tácito, y de adquisición costosa, demorada y dependiente de las capacidades anteriormente adquiridas, lo que se corresponde con la visión de la firma como organización de aprendizaje colectivo (Nelson, 1994). El segundo aspecto es la idea del agente económico central, la cual apunta tanto al papel protagónico del empresario como a la red de relaciones en la que tiene lugar el proceso de aprendizaje interactivo (Soete *et al.*, 2010).

En términos generales la innovación depende del conocimiento científico y su interacción social (López-Leyva *et al.*, 2014); su origen puede ser interno o externo y puede estar incluida en bienes de capital (Jaramillo *et al.*, 2001) o en el saber hacer de las empresas y sus trabajadores (Arrow, 1962). Parte importante de la actividad innovadora se encuentra en la estructura de las firmas (Barbosa *et al.*, 2014), las redes empresariales (Furman *et al.*, 2002) y una variedad de organizaciones e instituciones que delimitan la interacción económica (Nelson, 1994; Lundvall, 2010).

Tanto en el caso de la adquisición exterior como en los esfuerzos internos para la generación de nuevas tecnologías, las capacidades de absorción se tornan fundamentales. En las economías que son capaces de absorber los nuevos paradigmas tecnológicos, se modifica la composición sectorial de su industria y se difunde el cambio tecnológico iniciándose así el proceso de desarrollo.

## 2. Metodología

En las economías desarrolladas, el sistema institucional opera de manera relativamente eficiente, por lo que los indicadores tecnológicos reflejan de manera fehaciente las capacidades tecnológicas. Sin embargo, en el caso de los países en vías de desarrollo, la debilidad institucional genera desviaciones respecto a las decisiones económicas, por lo que los indicadores tecnológicos no son siempre reflejo de sus capacidades (Ríos y Castillo, 2015). En este sentido es pertinente la construcción de un indicador que capture una variedad de fenómenos asociados a las actividades tecnológicas realizadas al interior de un país.

Dado que los movimientos del entorno económico general crean movimiento en los indicadores en que son medidos, entonces, los movimientos de los indicadores es reflejo de los movimientos del entorno. En este sentido, con los movimientos conjuntos de los indicadores tecnológicos es posible capturar el movimiento general de la capacidad tecnológica del país donde se genera (Martínez y Baumert, 2003; Sánchez *et al.*, 2014).

Una herramienta comúnmente utilizada para capturar este tipo de movimientos conjuntos es el MF. El propósito es encontrar el número mínimo de variables que expliquen el máximo de información contenida en una muestra, simplificando las múltiples y complejas relaciones entre un conjunto de variables observables  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , donde  $p$  puede ser cualquier número finito. En particular, se trata de encontrar  $K < P$  factores comunes  $F_1, F_2, \dots, F_K$  que expliquen de modo suficiente las variables originales observables (Pérez, 2006). Con la aplicación del MF es posible evitar los juicios a priori sobre el peso que debe tener cada variable y factor en el indicador de la CT.

204

La complejidad de la tecnología y la diversidad en su procedencia ha originado en la literatura económica el uso de diversas metodologías de análisis y bases de datos que consideran una selección de variables (Archibugui y Coco, 2004). Uno de los principales problemas en medir la actividad innovadora se encuentra en cómo cuantificar y ponderar los elementos intangibles del conocimiento acumulado en una organización. Hay que tener en cuenta que el cambio técnico depende del conocimiento científico, que su origen puede ser interno o externo y que las innovaciones pueden estar incluidas en bienes de capital, en los productos o en la habilidad organizacional de las empresas y sus trabajadores (Bittencourt y Giglio, 2013).

En la **Tabla 1** se presentan las variables que presentaron el mayor ajuste para la construcción de la CT. Tomando en cuenta la ecuación (1), se incluyen variables de recursos como el GIDE, variables de resultados como las patentes, las exportaciones en bienes tecnológicos, el ingreso por transferencia de conocimiento y los diseños industriales, así como variables de infraestructura de apoyo y soporte de la innovación como las cuestiones ligadas a la comunicación.

**Tabla 1. Variables sujetas al modelo factorial**

Variable	Medición	Fuente
PAT	Familia de patentes solicitadas por los residentes por cada 10.000 trabajadores	OMPI
EBAT	Exportación de bienes de alta tecnología reales por trabajador en dólares de 2005	Banco Mundial
IBPT	Ingreso por balanza de pagos tecnológica reales por trabajador en dólares de 2005, por concepto de regalías, asistencia técnica...	Banco Mundial
GIDE	Gasto en investigación y desarrollo por trabajador reales en dólares de 2005	Banco Mundial
DI	Número de diseños industriales concedidos por cada 10.000 trabajadores por oficina de patentes	OMPI
PUB	Número de publicaciones científicas por cada 10.000 trabajadores	Banco Mundial
INT	Usuarios de internet por cada 100 habitantes	Banco Mundial
TEL	Número de línea telefónicas fijas por cada 100 habitantes	Banco Mundial

Fuente: elaboración propia con datos de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI); Heston, Summer y Aten (2012) y Banco Mundial

205

Sea  $X$  la matriz de variables originales, donde la varianza es una medida de la información que contiene cada variable, la combinación lineal de las variables originales puede expresarse como sigue:

$$F_{1i} = u_{11} X_{1i} + u_{21} X_{2i} + \dots + u_{1p} X_{pi} \quad (2)$$

De manera abreviada se puede expresar (2) como  $F_1 = Xu_1$ , donde  $u_1$  es el vector que permite obtener la combinación lineal. Dado que la primera componente es la combinación lineal de las variables originales de varianza máxima,  $u_1$  debe tener valor unitario para que la varianza del primer factor o componente  $F$  sea máxima.

Como la varianza de la componente  $C$  es:

$$V(C_i) = \frac{\sum_{i=1}^n C_{1i}^2}{n} = \frac{1}{n} C_i' C_i = \frac{1}{n} u_i' X' X u_i = u_i' \left[ \frac{1}{n} X' X \right] u_i = u_i' V u_i \quad (3)$$

Se puede resumir el problema de la componente de la manera siguiente:

$$\text{Max } V(C_i) = u_i' V u_i \quad (4)$$

$$\text{Sujeta a: } \sum_{i=1}^p u_i^2 = u_i' u_i = 1$$

Resolviendo el lagrangiano de la ecuación (4) se obtiene  $(V-\lambda I) u_i = 0$ , donde  $I$  es la matriz identidad y  $u_i$  es el vector propio de la matriz de varianza y covarianza de los datos originales. Como se busca la varianza máxima, se elige el vector propio con mayor valor asociado. La primera componente  $C_1$  se obtiene haciendo  $C_1 = V u_1$ , donde  $u_1$  es el vector propio de la matriz varianza-covarianza con mayor valor asociado. La segunda componente principal de acuerdo con (3) estará dada por  $V(C_h) = u_h' V u_h = \lambda_h$  (Pérez, 2006).

La aplicación del MF requiere desarrollar cuatro fases interdependientes. En primer lugar se realiza el cálculo de una matriz que indique la varianza de las variables estudiadas; en segundo lugar se lleva a cabo la extracción de las componentes que agrupan un conjunto de variables con características comunes; en tercer lugar se rota la matriz de componentes; y finalmente se estiman las puntuaciones de las variables en las componentes. Así, cada factor es ponderado por las puntuaciones de cada variable. Con esa ponderación se obtienen los valores de los factores. Mientras para el cálculo de la CT cada uno de los factores es re-ponderado por su carga factorial, similar a Ríos y Castillo (2015), de la forma siguiente:

206

$$CT_{it} = \sum_{k=1}^K F_{kit} \beta_k \quad (5)$$

Donde  $CT$  indica la capacidad innovadora del individuo  $i$  en el momento  $t$ .  $F$  es el factor  $k$  que representa los valores re-escalados de las variables originales y  $\beta$  es la carga de cada factor dada su varianza total explicada, la cual es re-escalada de forma que

$$\sum_{k=1}^K \beta_k = 1$$

Los modelos de crecimiento endógeno como Romer (1990), Grossman y Helpman (1991) y Aghion y Howitts (1992) teorizan los aspectos relacionadas con el crecimiento a largo plazo y la innovación. En la literatura empírica, Griliches (1979), Coe y Helpman (1995), Luintel y Khan (2009) y Khan *et al.* (2010) presentan evidencia para los países desarrollados de que las patentes y el GIDE se relacionan positivamente con el incremento en la productividad y el crecimiento, mientras Kramer y Sorin (2009) y Ríos y Castillo (2015) afirman que dichos efectos son diferenciados. La especificación empírica estándar de este tipo de modelos es la siguiente:

$$y_{it} = \beta_{1t} X_{it} + \beta_{2t} Z_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$



Donde  $i$  indica la dimensión cruzada y  $t$  el tiempo, y representa cualquier indicador de ingreso,  $X$  es un vector de variables que reflejan alguna cuestión estructural y  $Z$  representa cualquier medida tecnológica. Las  $\beta$  representan las elasticidades de cada variable y  $\varepsilon$  un error estocástico. Con esta función, lo que se prueba es el efecto que la tecnología genera en el ingreso, bajo la premisa de que para crecer hay que ser innovador, pero no el hecho de que para ser innovador primero se tuvo que haber crecido. Si bien la innovación presenta componentes claramente aleatorios, es resultado de esfuerzos científicos basados en el marco general del sistema de innovación.

Ya que la capacidad del sistema para generar el crecimiento y los límites a la expansión potencial vienen regidos por las fuerzas dinámicas del progreso técnico y que éste a su vez se inyecta en el proceso económico a través de la inversión. En este tipo de marcos conceptuales suele establecerse el supuesto de que todo esfuerzo realizado en actividades tecnológicas se traduce en productos o servicios innovadores.

Si bien gran parte de las innovaciones que se realizan suelen ser fortuitas, normalmente provienen de algún esfuerzo tecnológico ponderado por la capacidad de absorción de la inversión y la tecnología (Omidvar, 2013). En este sentido, la función que mide el efecto tecnológico en el ingreso es de forma no lineal, dado que es posible que el efecto tecnológico no sea constante en el tiempo, bajo la forma:

$$\ln \text{PIB}_{it} = \beta_1 \ln \text{PIB}_{it-1} + \beta_2 \ln \text{GIDE}_{it-1} + \beta_3 \ln \text{GIDE}_{it-1}^2 + \varepsilon \quad (7) \quad 207$$

$$\ln \text{PIB}_{it} = \beta_1 \ln \text{PIB}_{it-1} + \beta_2 \ln(\text{GIDE} * \text{ca})_{it-1} + \beta_3 \ln(\text{GIDE} * \text{ca})_{it-1}^2 + \varepsilon \quad (8)$$

$$\ln \text{PIB}_{it} = \beta_1 \ln \text{PIB}_{it-1} + \beta_2 \ln \text{CT}_{it-1} + \beta_3 \ln \text{CT}_{it-1}^2 + \varepsilon \quad (9)$$

$$\ln \text{PIB}_{it} = \beta_1 \ln \text{PIB}_{it-1} + \beta_2 \ln(\text{CT} * \text{ca})_{it-1} + \beta_3 \ln(\text{CT} * \text{ca})_{it-1}^2 + \varepsilon \quad (10)$$

Donde  $i$  captura la dimensión sección cruzada y  $t$  el tiempo. Los estimadores  $\beta$  capturan las elasticidades y  $\varepsilon$  es el error de estimación. La variable  $PIB$  representa el producto interno bruto por trabajador,  $GIDE$  y  $CT$  representan el gasto en investigación y desarrollo y la capacidad tecnológica por trabajador respectivamente, mientras  $ca$  representa la capacidad de absorción.

La cuantificación de la función de crecimiento se estima mediante un modelo de datos de panel. Es decir, un conjunto de individuos son observados en distintos momentos del tiempo (Baum, 2006). Dentro de sus ventajas están la de controlar por la heterogeneidad inobservable, tanto transversal como temporal, y puede formularse generalmente como:

$$y_{it} = \sum_{k=1}^k X_{kit} \beta_{kit} + \varepsilon_{it}$$

$$i = (1, \dots, N) \quad t = (1, \dots, T)$$

Donde  $N$  es el número de individuos y  $T$  es el número de periodos. Una limitación de este tipo de análisis es que es difícil saber si los coeficientes estimados reflejan realmente el impacto de  $x_t$  o por el contrario se deben a diferencias inobservables entre los individuos que estén correlacionados con  $x_t$ . Este problema se asocia al término de perturbación, el cual puede ser un término compuesto en el cual puede existir correlación con las variables explicativas. El modelo general de datos de panel no presenta ninguna restricción con respecto a la heterogeneidad no observable, por lo que es necesario modelar cada uno de los diferentes efectos inobservables (Hsiao, 2003).

En la literatura sobre datos de panel se presentan dos modelos alternativos de control, el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios. En el modelo de efectos fijos, los  $\eta_i$  son tratados como un conjunto de  $N$  coeficientes adicionales que se pueden estimar con  $\beta$ , en la forma  $y_{it} = x_{it} \beta_k + z_i \delta + \varepsilon_{it} + \eta_i$ , donde  $x_{it}$  es un vector  $1 \times K$  de variables que oscilan individualmente en el tiempo  $t$ ,  $\beta$  es un vector de coeficientes  $K \times 1$  en  $x$ ,  $z_i$  es un vector  $1 \times P$  de variables invariantes en el tiempo y que varían sólo entre individuos,  $\delta$  es el  $P \times 1$  vectores de coeficientes  $z$  y  $\varepsilon_{it}$  es un término aleatorio.

208

Por su parte el modelo de efectos aleatorios supone que  $\eta_i$  es una variable aleatoria inobservable independiente de  $x_{it}$  que por tanto pasa a tomar parte de un término de perturbación compuesto, bajo la forma general  $y_{it} = x_{it} \beta + z_i \delta + (\varepsilon_{it} + \eta_i)$ , donde  $(\varepsilon_{it} + \eta_i)$  es un término de error compuesto y  $\eta_i$  es un efecto individual. La distinción crucial entre efectos fijos y aleatorios es si sus efectos de perturbación están o no correlacionados con las variables observables  $x_{it}$ . Si  $\eta_i$  esta correlacionada con  $x_{it}$  puede ser conveniente hacer inferencia condicional sobre las realizaciones de los  $\eta_i$  en la muestra (efecto fijos), mientras si los  $\eta_i$  no están correlacionados con  $x_{it}$  es natural hacer inferencia incondicional (efecto aleatorio) como ocurre en el modelo de error compuesto (Arellano y Bover, 1999).

Ante la disyuntiva de efectos fijos o aleatorios, Hausman (1978) propone un contraste de decisión basado en la comparación directa entre los estimadores intra-grupos ( $\hat{\beta}$ ) y el estimador de Balestra y Nerlove. El test de Hausman es un contraste clásico de robustez frente a eficiencia. Si una vez calculados la diferencia observada entre los estimadores es escasa, se toma a favor de la hipótesis nula de efectos fijos.

Para la operatividad de las ecuaciones (7), (8), (9) y (10) se presenta una muestra de 37 países en el periodo 2000-2010 con datos anuales. La muestra se compone por 17 países que pertenecen a un grupo de altos ingresos por trabajador (mayores a 40.000 dólares anuales en promedio) y 20 de medio-bajo (menores a 40.000 dólares). El grupo de altos ingresos está compuesto por Australia, Austria, Bélgica, Canadá,

Corea, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Nueva Zelandia, Países Bajos, Reino Unido y Suecia. El grupo de ingreso medio-bajo por Argentina, Chile, Chipre, Costa Rica, Malasia, México, Portugal, Turquía, Bolivia, Brasil, China, Colombia, El Salvador, Filipinas, Guatemala, India, Marruecos, Perú, Sudáfrica y Uruguay.

En el grupo de ingresos altos se encuentran países de una amplia tradición innovadora como Estados Unidos, Japón y Alemania; otros, como Australia y Corea del Sur, han transitado en un periodo relativamente corto un nivel de ingreso alto, con una vocación productiva a las manufacturas de alta tecnología; Italia y España, aunque son de ingreso alto, no se colocan como líderes tecnológicos. En el caso de los países de ingreso medio-bajo, el criterio es similar. Por una parte se encuentran países con periodos largos de transición tecnológica como México y Chile, mientras Brasil, China e India presentan sendas de un mayor crecimiento y han exhibido una transición en su dinámica tecnológica y productiva. El objetivo de la muestra es la heterogeneidad productiva, pero con dinámicas tecnológicas crecientes y con esto fortalecer los resultados en cuanto al efecto de la tecnología en el crecimiento.

### 3. Análisis previo de datos

En la **Tabla 2** se presenta el resumen estadístico para la construcción de la CT. Para corroborar la pertinencia del MF, se llevó a cabo la prueba KMO y Bartlett. La adecuación muestral permite la aplicación del modelo, ya que el KMO es de 0.753 y la prueba de Bartlett arroja una probabilidad menor al 0.05. Por una parte, los resultados de la matriz de componentes rotados proporcionan información sobre la ubicación de las variables utilizadas para establecer la agrupación y pesos. Por otra parte, con la matriz de coeficientes es posible la ponderación y estandarización de las variables a los factores, como en la función (5) para determinar el indicador CT. Finalmente, con el MF se logra explicar el 83.84% de la varianza total de los indicadores, lo que habla de un indicador relativamente bueno.

**Tabla 2. Resumen estadístico para la construcción de la CT**

Características	Factores		
	1	2	3
Variables	IBPT (.803) GIDE (.905) PUB (.895) INT (.655) TEL (.759)	PAT (.848) DI (.875)	EBAT (.968)
Varianza total explicada	45.235	23.522	15.079
<i>Eigenvalue</i>	3619	1882	1206
Varianza total estandarizada	53.956	28.057	17.986
<b>Matriz para el cálculo de las puntuaciones</b>			
EBAT	-0.2427	0.05207	0.99513
IBPT	0.1932	-0.16152	0.22828
GIDE	0.27634	0.00568	-0.10492
PAT	-0.11766	0.53449	0.06341
DI	-0.11719	0.55378	0.00724
PUB	0.33665	-0.12554	-0.14728
INT	0.27571	0.00954	-0.22541
TEL	0.22545	0.02256	-0.03458

210

Fuente: elaboración propia. Entre paréntesis se presentan las extracciones de cada variable

En la **Tabla 3** se presentan las variables centrales para las ecuaciones (7), (8), (9) y (10) son tanto el PIB por trabajador como los indicadores tecnológicos como el GIDE y la variable denominada CT así como la capacidad de absorción. En el caso del PIB *per cápita*, los datos se toman de HSA (2012), en dólares reales de 2005 y ajustados por su paridad de poder de compra. El GIDE se construye mediante datos de Banco Mundial para expresarlos en dólares reales por trabajador, y la CT se construyó mediante un MF. En el caso de la capacidad de absorción no existe un indicador establecido que pueda capturar dicho efecto, pero suele contemplarse a la productividad como un indicador cercano que mide la capacidad para producir y que hasta cierto punto pudiera también representar la capacidad para adquirir y transformar, por lo que aquí se utiliza como *proxy* para ella. Para este caso se utilizan los datos de la Organización para el Desarrollo Industrial de la Organización de las Naciones Unidas, mediante la productividad total de los factores.

**Tabla 3. Resumen de indicadores económicos y tecnológicos  
(promedio 2000-2010)**

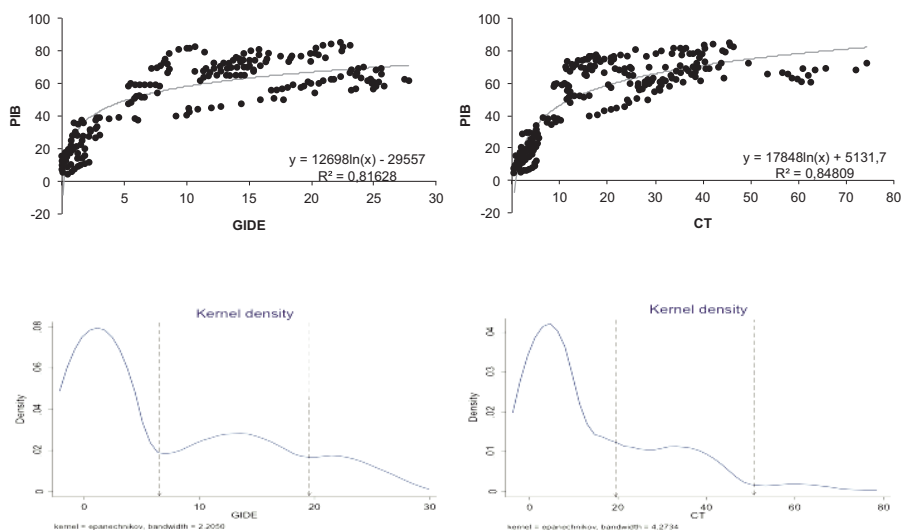
Países	PIB por trabajador	GIDE por trabajador	CT por trabajador	Capacidad de absorción
Australia	73598.79	1503.97	14.80	0.7502
Austria	73099.38	1744.95	18.62	0.7959
Bélgica	76805.21	1492.86	25.86	0.9724
Canadá	66957.16	1332.36	24.08	0.8044
Corea	46285.12	1366.71	23.02	0.6387
España	58240.86	667.67	10.47	0.7035
Estados Unidos	81235.17	2130.51	40.96	1.0000
Finlandia	63200.13	2237.69	33.25	0.7785
Francia	67270.96	1458.66	24.18	0.7748
Irlanda	78141.21	1011.65	42.50	1.2555
Israel	59241.31	2528.19	27.88	0.7371
Italia	69818.46	796.55	12.96	0.7763
Japón	59121.52	1923.49	32.23	0.6306
Nueva Zelanda	50759.32	595.14	13.16	0.6809
Países Bajos	69925.49	1310.61	39.34	0.8176
Reino Unido	66448.69	1163.36	36.96	0.7753
Suecia	65175.86	2421.60	61.84	0.7365
<b>Media ingreso alto</b>	66195.57	1510.94	28.36	0.8017
Argentina	22251.66	108.99	4.04	0.5497
Chile	26025.96	86.51	3.99	0.5908
Chipre	36119.85	138.21	8.12	0.7277
Costa Rica	22717.38	92.94	4.31	0.3824
Malasia	24983.18	174.06	4.74	0.5532
México	28583.32	109.84	2.93	0.5192
Portugal	38226.65	393.77	8.06	0.6001
Turquía	26673.24	171.78	4.50	0.3945
Bolivia	7631.18	17.27	0.96	0.2711
Brasil	14716.07	153.29	3.40	0.4825
China	7872.28	108.51	3.70	0.2570
Colombia	14426.80	21.42	2.50	0.3864
El Salvador	15022.37	13.30	1.97	0.3781
Filipinas	6809.18	8.12	0.83	0.2736
Guatemala	15356.79	6.81	1.29	0.4056
India	6443.79	50.17	0.60	0.2275
Marruecos	8592.85	55.43	1.14	0.2722
Perú	11806.51	16.52	1.29	0.2926
Sudáfrica	18601.98	155.63	2.06	0.5346
Uruguay	18725.02	58.56	4.38	0.5259
<b>Media ingreso medio bajo</b>	18579.30	97.06	3.24	0.4312
Media	40457.06	746.67	14.78	0.6014
Máximo	84946.00	2777.20	74.31	1.3100
Mínimo	4910.00	5.30	0.43	0.2342
Desviación estándar	25542.97	813.87	15.77	0.2340

Fuente: elaboración propia

En términos del ingreso medio por trabajador, los mayores son los de Estados Unidos, Irlanda y Bélgica, mientras que los menores son los de Filipinas, Bolivia y China. Los países de ingreso alto producen 40.000 dólares más en promedio que los de ingreso medio-bajo. En el caso del GIDE, las diferencias entre grupos es amplia, 1510 a 97 dólares; es decir, una proporción de 15 a 1. Para el caso de la CT la diferencia es menor: en promedio los de ingreso alto tienen 28 puntos y tres puntos los de ingreso medio-bajo, similar a la capacidad de absorción que sólo presenta una proporción de 2 a 1.

Dentro de las ventajas del cálculo de la CT está el hecho de disminuir las variaciones en los indicadores al considerar una diversidad de indicadores tecnológicos, representativos de un sistema de innovación. Una de las cosas que se pretenden contrastar en este trabajo es el efecto del GIDE y el indicador sintético de la CT con el ingreso.

**Figura 1. Capacidades tecnológicas y PIB por trabajador (2000-2010)**



Fuente: elaboración propia

En la **Figura 1** se presentan las relaciones entre las capacidades tecnológicas, así como los gráficos de densidad para cada indicador tecnológico. En ambos casos las relaciones entre las capacidades tecnológicas y el ingreso presentan un efecto no lineal en el sentido de que, a medida que se incrementan las magnitudes de las variables tecnológicas, el ingreso no presenta los mismos efectos para cada etapa,

presentando claramente un efecto decreciente. Para el caso de la CT, las disparidades conforme al ingreso disminuyen, sobre todo en las regiones de ingreso medio-bajo. Otra de las particularidades que se destacan en las gráficas es la no distribución normal para la muestra total.

Al menos en términos visuales es posible determinar la presencia de efectos no lineales entre las capacidades tecnológicas en el ingreso y que las diferencias estructurales de los países son marcadamente diferentes, por lo que las funciones (7), (8), (9) y (10) parecen ser acordes con esta evidencia, la cual se contrastará de forma empírica en la sección siguiente.

#### 4. Análisis de resultados

En la **Tabla 4** se presentan los resultados de las estimaciones en logaritmos, segmentando por nivel de ingreso y tipo de tecnología con ajustes para la capacidad de absorción. El panel se estimó con efectos fijos, resultando todos los estimadores tecnológicos no significativos en el PIB.

**Tabla 4. Estimaciones bajo una función lineal para las capacidades tecnológicas**

Todos los países N=37, T=11	EQ (7)	EQ (8)	EQ (9)	EQ (10)
PIB (-1)	.9553* (.0302)	.9891* (.0234)	.9893* (.0245)	.9935* (.0209)
GIDE (-1)	.0176 (.0129)			
GIDEca (-1)		-.0029 (.0165)		
CI (-1)			-.0019 (.0115)	
Clca (-1)				-.0017 (.0123)
Ingreso alto N=17, T=11				
PIB (-1)	.8764* (.0643)	.8827* (.0101)	.8706* (.0519)	.8754* (.0487)
GIDE (-1)	-.0046 (.0268)			
GIDEca (-1)		-.0101 (.0200)		
CI (-1)			-.0012 (.0149)	
Clca (-1)				-.0043 (.0124)
Ingreso medio-bajo N=20, T=11				
PIB (-1)	.9704* (.0354)	.9875* (.0290)	1.003* (.0307)	1.002* (.0282)
GIDE (-1)	.0225 (.0151)			
GIDEca (-1)		.0369 (.0287)		
CI (-1)			.0065 (.0177)	
Clca (-1)				.0222 (.0465)

Fuente: elaboración propia. \* representa la significancia al 5% y entre paréntesis se presentan los errores estándar

A diferencia de una gran cantidad de trabajos que encuentran efectos positivos en regresiones lineales para el PIB per cápita, en este caso no se encuentra ninguna significancia. Posiblemente el efecto no lineal es suficientemente fuerte en el caso del PIB por trabajador que rechaza la significancia para cada indicador tecnológico, tanto para el agregado de países como para los grupos, incluso con el ajuste de la capacidad de absorción.

En la literatura internacional existe suficiente evidencia con respecto al efecto positivo de la tecnología en los diferentes indicadores de desempeño económico, pero la mayoría de ellos considera muestras homogéneas de países, especialmente a los de la OECD con el PIB *per cápita*. En el caso de los estudios fuera de la OECD se han realizado una diversidad de estudios, considerando en la mayoría el efecto de indicadores agregados o *per cápita*. Con la presencia de muestras heterogéneas y con el PIB por trabajador, que presenta tendencias diferentes al PIB per cápita, sobre todo en los países en vías de desarrollo donde el ingreso por trabajador ha decrecido de manera progresiva desde los años 80, los resultados no son los compatibles.

En la **Tabla 5** se presentan las estimaciones en funciones no lineales bajo la misma estructura de la **Tabla 4**. En este caso, la mayoría de los indicadores tecnológicos resultaron significativos, excepto para los países de ingreso medio-bajo.



**Tabla 5. Estimaciones bajo una función no lineal para las capacidades tecnológicas**

Todos los países N=37, T=11	EQ (7)	EQ (8)	EQ (9)	EQ (10)
PIB (-1) GIDE (-1) GIDE <sup>2</sup> (-1) GIDEca (-1) GIDE <sup>2</sup> ca (-1) CI (-1) CI <sup>2</sup> (-1) Cica (-1) CI <sup>2</sup> ca (-1)	.9546* (.0300) .0183 (.0127) -.0076* (.0029)	.9476* (.0254)  .0715* (.0255) -.0228* (.0060)	.9478* (.0253)  .0301 (.0188) -.0080* (.0037)	.9613* (.0234)  .0889* (.0360) -.0175* (.0059)
<b>Ingreso alto</b> N=17, T=11				
PIB (-1) GIDE (-1) GIDE <sup>2</sup> (-1) GIDEca (-1) GIDE <sup>2</sup> ca (-1) CI (-1) CI <sup>2</sup> (-1) Cica (-1) CI <sup>2</sup> ca (-1)	.8432* (.0632) .1168* (.0452) -.0277* (.0084)	.7279* (.0594)  .3007* (.0691) -.0627* (.0134)	.7937* (.0507)  .1807* (.0471) -.0298* (.0073)	.8053* (.0530)  .3210* (.0887) -.0514* (.0139)
<b>Ingreso medio-bajo</b> N=20, T=11				
PIB (-1) GIDE (-1) GIDE <sup>2</sup> (-1) GIDEca (-1) GIDE <sup>2</sup> ca (-1) CI (-1) CI <sup>2</sup> (-1) Cica (-1) CI <sup>2</sup> ca (-1)	.9706* (.0356) .0218 (.0157) -.0006 (.0045)	.9815* (.0296)  .0418 (.0290) -.0239 (.0231)	1.003* (.0315)  .0073 (.0226) -.0007 (.0117)	1.001* (.0287)  .0358 (.0642) -.0145 (.071)

Fuente: elaboración propia. \* representa la significancia al 5% y entre paréntesis se presentan los errores estándar

Las estimaciones que contemplan el total de la muestra con el ajuste de la capacidad de absorción de cada indicador tecnológico resultó significativo y positivo pero con rendimiento decreciente. El efecto tecnológico se encuentra alrededor del 8% y el efecto decreciente alrededor del 2%, mientras que la dinámica productiva pasada representa alrededor del 95%.

Las especificaciones que contemplan únicamente a los países de ingreso alto muestran significancia en todas sus variables; mientras tanto, en las que incluyen sólo los países de ingreso medio-bajo, ninguna de las variables tecnológicas resulta significativa. En el caso de los países de ingreso medio-bajo, en promedio se encuentran estancados manteniéndose en la misma dinámica productiva pasada, lo que no permite materializar el efecto tecnológico en el ingreso. Para los países de ingreso alto el efecto tecnológico ajustado por su capacidad de absorción pasa de un 12%, y decreciendo al 3% en el GIDE, a un 30% con decrecimiento del 6%. En el caso de la CT, el efecto es de 18% con decrecimiento del 3%, a un 32% con decrecimiento

del 5%. En el comparativo entre indicadores tecnológicos, la CT es ligeramente superior en términos de rendimientos, pero cualitativamente su efecto es igual en los países de ingreso alto.

Una diferencia clara entre los países de ingreso alto, como líderes tecnológicos, es el de poseer industrias ligadas a la ciencia que permiten el desarrollo de los nuevos productos de base tecnológica, cuyo rendimiento es mayor, ya que poseen una mayor elasticidad de precios, lo que les permite apropiarse de rendimientos superiores. En el caso de los países de ingreso medio-bajo, la situación es diferente, ya que su sistema industrial es de intensidad tecnológica inferior, lo que limita la capacidad de absorción y transformación de las nuevas tecnologías, realizando la conversión en periodos posteriores, cuando la elasticidad de precios es menor debido a la estandarización internacional productiva y al ciclo de vida del producto.

El tipo de actividades que se realiza en una sociedad y el tipo de bienes que se produzcan determinan el desempeño económico. Esto se favorece cuando se expanden las empresas que enfrentan demandas dinámicas, las de mayor productividad, mayor efecto multiplicador, y las que generen empleos de mayor calidad.

Con la contrastación de la **Figura 1** y la **Tabla 5** se argumenta, de forma similar a lo planteado por Nelson y Winter (1982), Loasby (2001) y Metcalfe (2002), y en el plano empírico con Kramer y Sorin (2009) y Ríos y Castillo (2015), la no linealidad de la innovación y el crecimiento a favor de modelos interactivos no lineales. Las etapas iniciales de acumulación tecnológica no parecen tener efectos significativos en el ingreso, pero, con la maduración de dichas tecnologías, el impacto de éstas tiende a incrementarse hasta un punto crítico donde la competencia en nuevo conocimiento se intensifica y deprecia de manera acelerada las nuevas tecnologías y el respectivo impacto en el crecimiento.

216

En términos del sistema nacional de innovación, y de forma similar a lo propuesto por Solo (1966), Lundvall (2010) y en general la corriente evolucionista, las particularidades productivas y tecnológicas de una región son las que determinan las ventajas económicas de la innovación.

## **Conclusiones**

Los resultados muestran que el efecto de la CT en el PIB por trabajador es no lineal. En las primeras etapas de desarrollo tecnológico no se encuentran efectos significativos en el ingreso; los efectos significativos sólo se encuentran en los países con etapas avanzadas de desarrollo tecnológico. En este grupo de países avanzados, la capacidad tecnológica presenta efectos positivos y decrecientes, con impactos mayores una vez que se ajusta por su capacidad de absorción.

Las capacidades tecnológicas son de amplia relevancia en el tema del crecimiento económico, ya que permiten el desarrollo de productos nuevos permitiendo ser más competitivos a los agentes económicos. Si bien la CT es importante la capacidad de

absorción de esas tecnologías es la que delimita sus efectos en la economía y la sociedad. En las sociedades modernas, el desarrollo de tecnologías se encuentra fragmentado ya que existen centros de investigación, públicos y privados, que se encargan del desarrollo tecnológico pero no de su implementación productiva, así como un gran número de empresas e instituciones que su implementación tecnológica depende centralmente de la adquisición de tecnologías externas. En ambos casos la capacidad de absorción se torna fundamental, ya que cualquier tecnología no asimilada o utilizada adecuadamente no genera los resultados económicos o sociales para impulsar la competitividad y el crecimiento.

Cuando existen fortalezas tecnológicas y condiciones institucionales, por ejemplo, estímulos y subsidios gubernamentales, se desencadena un proceso de aplicación-producción de conocimiento. El conocimiento generado y almacenado debe ser utilizado para crear valor a través de su aplicación productiva. La aplicación implica un proceso de experimentación para buscar soluciones efectivas a los problemas, apoyada en recursos humanos, factores organizativos y culturales, y una visión amplia del desarrollo tecnológico como un sistema social y evolutivo.

Los resultados generados en términos de países pueden ser generalizados para los entornos regionales hacia el interior de los países, donde las diferencias regionales pueden ser amplias, así como para el análisis sectorial. Adicionalmente los efectos decrecientes apuntan a una desvalorización del conocimiento tecnológico particular, por lo que sería interesante profundizar en los estudios que amparen el análisis tecnológico y su efecto en el crecimiento según el tipo de conocimiento creado y aplicado, ya que las tecnologías convencionales pueden no generar las tasas de crecimiento suficientes como para salir del estado estacionario, incrementándose aún más las brechas tecnológicas y de ingresos.

217

## Bibliografía

AGHION, P. y HOWITTS, P. (1992): "A model of growth through creative destruction", *Econometrica*, vol. 2, no 60, pp. 323-351.

ALBORNOZ, M. (2009): "Indicadores de innovación: las dificultades de un concepto en evolución", *Revista Iberoamericana de Ciencia, tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 5, no 13, pp. 9-25.

ANDREONI, A. (2014): "Structural learning: embedding discoveries and the dynamics of production", *Structural Change and Economics Dynamics*, no 29, pp. 58-74.

ARCHIBUGUI, D. y COCO, A. (2004): "A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo)", *World Development*, vol. 4, no 32, pp. 629-654.

ARRELLANO, M. y BOVER, O. (1990): "La econometría de datos de panel", *Investigaciones Económicas*, vol. 1, no 14, pp. 47-62.

ARROW, K. (1962): "The economic implications of learning by doing", *Review of Economics Studies*, no 29, pp. 155-173.

AUTIO, E., KENNEY, M., MUSTAR, P., SIEGEL, D. y WRIGTH, M. (2014): "Entrepreneurial innovation: the importance of context", *Research Policy*, no 43, pp. 1097-1108.

BANCO MUNDIAL (2012): *Índice de Datos*. Disponible en: <http://datos.bancomundial.org/tema/ciencia-y-tecnologia>. Consultado el 18 de octubre de 2013.

BARBOSA, N., FARRA, A. y ERRIZ, B. (2014): "Industry –and firm– specific factors of innovation novelty", *Industrial and Corporate Change*, vol. 23, no 4, pp. 865-902.

BAUM, C. (2006): *An introduction to modern econometrics using STATA*, Texas, STATA Press.

BECKER, M., LAZARIC, N., NELSON, R.R. y WINTER, S. (2005): "Applying organizational routines in understanding organizational change", *Industrial and Corporate Change*, vol. 14, no 5, pp. 775-791.

BITTENCOURT, P. y GIGLIO, R. (2013): "Un análisis empírico sobre la capacidad de absorción tecnológica en la industria brasileña", *Revista CEPAL*, no 111, pp. 183-199.

218 CIMOLI, M., PORCILI, G., PRIMI, A. y VERGARA, S. (2005): "Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina", en M. Cimoli (ed.): *Heterogeneidad Estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, Chile, CEPAL-BID, pp. 9-39.

COE, D. y HELPMAN, E. (1995): "International R&D spillovers", *European Economic Review*, vol. 5, no 39, pp. 859-887.

COHEN, W. y LEVINTHAL, D. (1989): "Innovation and Learning: the two faces of R&D", *The Economic Journal*, vol. 397, no 99, pp. 569-596.

COHEN, W. y LEVINTHAL, D. (1990): "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no 1, pp. 128-152.

CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DE MADRID (2001): *La Innovación: un Factor Clave para la Competitividad de las Empresas*, España, Datagrafic, S.L.

DOSSI, G., LLERENA, P. y SYLOS LABINI, M. (2006): "The relationship between science, technologies and their industrial exploitation: an illustration through the myths and realities on the so called 'European Paradox', *Research Policy*, vol. 35, pp. 1450-1464.

ETZKOWITZ, H. y LEYDESDORFF, L. (1997): *Universities and the global knowledge economy. A Triple Helix of university-industry government relations*, Londres, Pinter Publishers.

FAGERBERG, J. (1987): "A technology gap approach to why growth rates differ", *Research Policy*, vol. 16, pp. 87-89.

FAGERBERG, J., SRHOLEC, M. y VERSPAGEN, B. (2010): "Innovation and economic development", en B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.): *Handbook of economics of innovation*, Vol. 2, Amsterdam, Elsevier, pp. 833-872.

FURMAN, J., PORTER, M. y STERN, S. (2002): "The determinants of national innovative capacity", *Research Policy*, no 31, pp. 899-933.

GRILICHES, Z. (1979): *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, University of Chicago Press.

GROSSMAN, G. y HELPMAN, E. (1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MIT Press.

HAUSMAN, J. (1978): "Specification tests in econometrics", *Econometrica*, no 46, pp. 1251-1271.

HESTON A., SUMMERS, R. y ATEN, B. (2012): *Penn World Table Version 7.1, Center for International Comparisons of Production, Income and Prices*, University of Pennsylvania.

HSIAO, C. (2003): *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press.

219

JARAMILLO, H., LUGONES, G. y SALAZAR, M. (2001): *Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*, RICYT.

KALDOR, N. (1985): *Economics without equilibrium*, Cardiff, University College of Cardiff Press.

KALECKI, M. (1954): *Theory of economics dynamics. An essay on cyclical and long-run changes in capitalist economy*, Nueva York, Rinehart and Co.

KHAN, M, LUINTEL, K. y THEODORIDIS, K. (2010): "How robust is the R&D-productivity relationship? Evidence from OECD countries", *OMPI Working Paper*, no 1, pp. 1-31.

KRAEMER-MBULA, E. y WAMAE, W. (2010): *Innovation and the development agenda*, París, OECD.

KRAMMER, M. y SORIN, S. (2009): "Drivers of national innovation in transition: evidence from a panel of Eastern European countries", *Research Policy*, no 31, pp. 899-933.

LALL, S. (1992): "Technological Capabilities and Industrialization", *World Development*, vol. 2, no 20, pp. 165-186.

LALL, S. (2001): *Competitiveness, technology and skills*, Londres, Edward Elgar.

LOASBY, B. (2001): "Time knowledge and evolutionary dynamics: why connections matter", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 4, no 2, pp. 393-412.

LÓPEZ-LEYVA, S., CASTILLO-ARCE, M, LEDEZMA-TORRES, J. y RÍOS-FLORES, J. (2014): "Economic growth from a theoretical perspective of knowledge economy: an empirical analysis for Mexico", *Management Dynamics in the Knowledge Economy*, vol. 2, no 2, pp. 217-239.

LUINTEL, K. y KHAN, K. (2009): "Heterogeneous ideas production and endogenous growth: an empirical investigation", *Canadian Journal of Economics*, vol. 3, no 42, pp. 1176-1205.

LUNDVALL, B-A. (2010): *National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning*, Reino Unido, Anthem Press.

MARTÍNEZ, M. y BAUMERT, T. (2003): "Medida de la capacidad innovadora de las comunidades autónomas españolas: construcción de un índice regional de la innovación", *Instituto de Análisis Industrial y Financiero. Documento de trabajo, no 35*, pp. 1-63.

METCALFE, J. (2002): "Knowledge of growth and the growth of knowledge", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 1, no 12, pp. 3-15.

220

MUNGARAY, A. (1994): "Paradigmas de organización industrial y posibilidades de innovación en las pequeñas empresas: análisis de enfoques y experiencias", *Investigación Económica*, vol. 54, no 209, pp. 249-284.

NELSON, R. R. (1991): "Why do firms differ, and how does it matter?", *Strategic Management Journal*, vol. 12, pp. 61-74.

NELSON, R. R. (1994): "The co-evolution of technology, industrial structure and supporting institutions", *Journal Industrial and Corporate Change*, vol. 1, no 3, pp. 47-63.

NELSON, R. R. (2008): "Economic development from the perspective of evolutionary economic theory", *Oxford Development Studies*, vol. 36, no 1, pp. 9-21.

NELSON, R. R. y WINTER, S. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press-Harvard University Press.

NIETO, M. y QUEVEDO, P. (2005): "Absorptive capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort", *Technovation*, vol. 25, pp. 1141-1157.

OMIDVAR, O. (2013): "Revisiting absorptive capacity: literatura review and a practice-based extension of the concept", *DRUID*. Disponible en: [http://druid8.sit.aau.dk/acc\\_papers/ticbv43b3s856q09059tnbrv726.pdf](http://druid8.sit.aau.dk/acc_papers/ticbv43b3s856q09059tnbrv726.pdf). Consultado el 20 de febrero de 2015.

OECD y EUROSTAT (2005): *Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data*, 3rd edition, París, OECD.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL (2012): "WIPO Statistics Database". Disponible en: <http://ipstatsdb.wipo.org/ipstats/patentsSearch>. Consultado el 16 de octubre de 2013.

PÉREZ, C. (2006): *Análisis Multivariante con Aplicaciones para SPSS 15*, España, Prentice Hall.

PORTER, M. (1990): *The competitive advantage of nations*, Nueva York, Free Press

RÍOS, J. y CASTILLO, M. (2015): "Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico. Análisis comparativo entre países desarrollados y en desarrollo", *Región y Sociedad*, vol. 27, no 64.

ROMER, P. (1990): "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy*, vol. 5/2, no 98, pp. 71-102.

ROSENBERG, N. (1999): *Inside the black box: technology and economics*, Nueva York, Cambridge University Press.

SALA-I-MARTIN, X. (2000): *Apuntes de crecimiento económico*, España, Antoni Bosch.

SÁNCHEZ, Y., GARCÍA, F. y MENDOZA, E. (2014): "Determinantes de la capacidad innovadora regional en México. Una tipología de las regiones", *Región y Sociedad*, vol. 26, no 61, pp. 119-160.

SENER, S. y SARIDOGAN, E. (2011): "The effects of science-technology-innovation an competitiveness and economic growth", *Procedia Social An Behavioral Sciences*, no 24, pp. 815-825.

SHULTZ, T. (1961): "Investment in human capital", *American Economic Review*, vol. 61, no 1, pp. 1-17.

SLAUGHTER, S. y RHOADES, G. (2004): *Academic capitalism. Politics, policies and the entrepreneurial university*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.

SOETE, L., VERSPAGEN, B. y BASTER, W. (2010): "Systems of innovation", en B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.): *Handbook of economics of innovation*, Vol. 2, Amsterdam, Elsevier, pp. 1159-1180.

SOLO, R. (1966): "The capacity to assimilate an advanced technology", *American Economic Review*, vol. 1/2, no 56, pp. 91-97.

SOLOW, R. (1956): "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economic*, vol. 1, no 70, pp. 66-94.

SOLOW, R. (1957): "Technical change and the aggregate production function", *The Review and Economics and Statistics*, vol. 3, no 39, pp. 312-320.

VÁZQUEZ, A. (2005): *Las nuevas fuerzas del desarrollo*, Barcelona, Antoni Bosch.

VERNON, R. (1966): "International investment and international trade in the product cycle", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 2, no 80, pp. 190-207.



**Abordagem de Temas a Partir do Enfoque CTS na Educação Básica:  
Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros,  
Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos CTS**

**Abordaje temático a partir del enfoque CTS en la educación básica:  
caracterización de trabajos presentados por autores brasileños,  
españoles y portugueses en los Seminarios Iberoamericanos CTS**

***Subject Engagement From The STS Approach In Basic Education:  
Characterization Of Papers Submitted By Brazilian, Spanish And  
Portuguese Authors In The Ibero-American STS Seminars***

**Rafael Schepper Gonçalves e Luciano Fernandes Silva \***

Há uma polissemia de sentidos quando se fala em enfoque CTS. Em comum, muitas têm sido as propostas de oferecer aos educandos um ensino de ciências que objetive uma formação mais abrangente, no sentido de prepará-los para processos de tomada de decisões. A partir deste contexto, esta investigação teve por objetivo identificar e analisar características teóricas e metodológicas presentes nas propostas de práticas educativas envolvendo o enfoque CTS elaboradas a partir da abordagem de temas nos trabalhos de autores brasileiros, espanhóis e portugueses. Diante desse objetivo, o *corpus* documental dessa investigação foi formado por artigos publicados nos anais dos três primeiros Seminários Ibero-americanos CTS. As informações obtidas foram submetidas aos procedimentos da análise de conteúdo. Os resultados obtidos indicam que existem mais pontos de aproximação do que de distanciamento entre as práticas educativas realizadas por autores brasileiros e da Península Ibérica, o que insinua um possível diálogo entre as práticas educativas desses dois grupos. Entende-se que tais práticas contribuíram tanto para a formação científica do educando quanto para a sua formação cidadã.

**Palavras-chave:** abordagem de temas, enfoque CTS, ensino de ciencias

---

\* Universidade Federal de Itajubá, Brasil. Correios eletrônicos: rafa.schepper@gmail.com e lufesilv@gmail.com.

Los sentidos son múltiples cuando se habla desde la perspectiva de un enfoque CTS. Existen muchas propuestas que ofrecen a los educandos una enseñanza de ciencias que tenga como objetivo una formación más integral, en el sentido de prepararlos para los procesos de toma de decisiones. En ese contexto, esta investigación se propuso identificar y analizar las características teóricas y las metodologías presentes en las propuestas de prácticas educativas dentro del enfoque CTS elaboradas a partir de su abordaje temático en trabajos de autores brasileños, españoles y portugueses. Con ese fin, el *corpus* documental de esta investigación está formado por artículos publicados en los anales de los tres primeros Seminarios Iberoamericanos CTS. La información obtenida fue sometida a los procedimientos de análisis de contenido. Los resultados alcanzados demuestran que existen más puntos de aproximación que de distanciamiento entre las prácticas educativas llevadas a cabo por autores brasileños y de la Península Ibérica, lo que insinúa un posible diálogo entre las prácticas educativas de estos dos grupos. Se entiende que tales prácticas contribuirían tanto a la formación científica del educando como a su formación ciudadana.

**Palabras clave:** abordaje temático, enfoque CTS, enseñanza de ciencias

*There are multiple areas of analysis in a STS approach. There are many efforts offering students a science education that aims at a more comprehensive knowledge, in the sense of preparing them to face decision-making processes. In that context, this paper sought to identify and assess the theoretical characteristics and methodologies involved in the proposals for STS education from a subject engagement standpoint presented by Brazilian, Spanish and Portuguese authors. To that end, the literature used in this research is comprised of the papers that appeared in the publications from the first three Iberoamerican STS Seminars. The information gathered was subjected to content-analysis procedures. The results show there are more similarities than differences between the practices in Brazil and in the Iberian Peninsula, which suggest a potential dialogue between the education practices in both groups. It is thought that these practices would make a contribution in the student's scientific and civil education.*

224

**Key words:** subject engagement, STS approach, science education

## Movimento CTS

A ciência e a tecnologia, enquanto produções da cultura humana, forjaram o modelo de sociedade que temos na atualidade. Entender a natureza desses dois campos do conhecimento e as suas diferentes articulações com a sociedade é de vital importância para que o indivíduo seja capaz de tomar, de forma consciente, decisões que envolvem temas práticos de importância social e, em menor ou maior grau, para que possa elaborar considerações críticas sobre a ciência e a tecnologia (Delizoicov e Angotti, 1991; García *et al.*, 1996; Santos e Mortimer, 2002; Auler, 2002; Gordillo *et al.*, 2009; Bennassar Roig *et al.*, 2010; Strieder, 2012; Schepper, 2014).

Importante salientar que na segunda metade do século XX ficaram mais frequentes e consistentes os discursos contendo considerações mais criteriosas sobre a ciência, a tecnologia e suas articulações com a sociedade (CTS). Parte desses diferentes discursos explicitava descontentamentos para a forma com a que o campo da ciência e da tecnologia estava respondendo aos problemas de ordens política e econômica vinculados ao progresso científico e tecnológico e à degradação ambiental. De outra forma, esse movimento atrelado a um discurso crítico voltado para a ciência e a tecnologia expressou algumas preocupações de setores da sociedade em compreender a ciência, a tecnologia, a sociedade e as articulações que se podem estabelecer entre esses três campos do conhecimento (Gordillo *et al.*, 2003; Bennassar Roig *et al.*, 2010; Strieder, 2012).

Para uma compreensão mais precisa da origem desse movimento crítico, faz-se necessário direcionar o olhar para a forma clássica de se conceber a ciência e a tecnologia que, do ponto de vista clássico, são apresentadas como formas autônomas da cultura, ou ainda, como atividades cujos valores são neutros, como uma aliança heroica de conquista da natureza (García *et al.*, 1996).

225

A expressão política dessa autonomia, em que se assinala que a gestão do câmbio científico-tecnológico deve ser deixada nas mãos dos próprios especialistas, é algo que tem lugar depois da Segunda Guerra Mundial, em um momento de intenso otimismo acerca das possibilidades da ciência e da tecnologia e de apoio incondicional às mesmas. A elaboração doutrinária dessa manifesta autonomia com relação à sociedade deve sua origem a Vannevar Bush, um cientista norte-americano envolvido com o Projeto Manhattan para a construção da primeira bomba atômica (Gordillo *et al.*, 2009). Contudo, na metade da década de 1950, existem indícios de que os acontecimentos históricos não ocorrem de acordo com o modelo ocidental de desenvolvimento científico e tecnológico linear unidirecional.<sup>1</sup>

Desde então, acumularam-se uma sucessão de desastres ligados ao progresso científico-tecnológico, como acidentes nucleares com reatores civis, derramamento

---

1. Neste modelo, “o desenvolvimento científico (DC) gera desenvolvimento tecnológico (DT), este gerando o desenvolvimento econômico (DE) que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (DS – bem-estar social)” (Auler, 2002: 25).

de petróleo e envenenamentos farmacêuticos. Tudo isso veio a confirmar a necessidade de revisar a política científico-tecnológica de cheque-em-branco e, com ela, a concepção mesma da ciência e da tecnologia e da relação com a sociedade. Foi um sentimento social e político de alerta, de correção do otimismo do pós-guerra, que culminou no simbólico ano de 1968 com o zênite do movimento da contracultura e de revoltas contra a Guerra do Vietnam.

Cabe frisar, no entanto, que a mudança da imagem acadêmica da ciência e da tecnologia é um processo que começa efetivamente nos anos 1970 e que se encontra atualmente em fase de intenso desenvolvimento. A chave está em apresentar a ciência e a tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo, senão como um processo ou produto de caráter social no qual os elementos não técnicos (por exemplo, valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas) desempenham um papel decisivo em sua gênese e consolidação (Gordillo *et al.*, 2009).

Nessa perspectiva, numerosos autores chamam a atenção para a crise socioambiental e suas diferentes articulações ao atual e vertiginoso desenvolvimento científico-tecnológico. Evidenciam-se problemas como o da equidade na distribuição de custos ambientais da inovação tecnológica, as implicações éticas de algumas tecnologias (o uso comercial da informação genética, mães de aluguel), a aceitação dos riscos de outras tecnologias (energia nuclear, fertilizantes químicos), ou até mesmo as mudanças na natureza do poder devido à institucionalização atual do assessoramento dado por especialistas – o problema da tecnocracia (Winner, 1986; Sanmartín, 1990; Santos e Mortimer, 2000; Silva e Carvalho, 2007).

226

Nesse ponto, faz-se necessário aclarar que, dentro do movimento CTS, é possível identificar duas grandes tradições, dependendo de como se entende a definição do contexto dos acontecimentos sociais da ciência e da tecnologia: uma é de origem europeia e a outra, norte-americana (García *et al.*, 1996). De acordo com Strieder (2012), existe a possibilidade de entender a tradição europeia ou acadêmica da seguinte maneira:

“A tradição europeia ou acadêmica foi assim denominada porque teve, em sua origem, uma institucionalização de natureza mais acadêmica, na Europa. Como programa acadêmico, composta por cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas, possuía como intenção investigar as influências da sociedade sobre o desenvolvimento científico e tecnológico. Possuía uma ênfase maior na ciência, na explicação da origem e das mudanças das teorias científicas, e, portanto, na ciência como processo” (Strieder, 2012: 24).

Por outro lado, a tradição norte-americana centrou-se mais nas consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos, ignorando de maneira geral os antecedentes sociais de tais produtos. Trata-se, portanto, de uma tradição muito mais

ativista e com uma ligação muito estreita com os movimentos de protesto social acontecidos durante os anos 1960 e 1970 (García *et al.*, 1996).

Um desdobramento importante das críticas direcionadas à forma como se entende a articulação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade deu origem ao enfoque CTS no plano educativo. A construção teórica e prática desse enfoque foi mais evidente em países ricos e industrializados como, por exemplo, EUA, Austrália e Inglaterra.

### **A polissemia ligada ao enfoque CTS**

Fazendo alusão especial ao processo educativo formal que se realiza no ambiente escolar, Hunsche *et al.* (2009) observam que o enfoque CTS começou a se destacar, enquanto possibilidade real de trabalho educativo envolvendo as disciplinas científicas, no final da década de 1970 e no princípio da década de 1980. Cruz e Zylberstajn (2005), por sua vez, apontam que nas décadas de 70 e 80 do século XX um grupo importante de profissionais que trabalhava com ensino de ciências reconheceu a necessidade de introduzir algo novo na área. Na Inglaterra esse algo novo foi diretamente influenciado pela então nova sociologia da educação e os trabalhos inovadores do campo da epistemologia lançados nas décadas de 1960 e 1970. Nos EUA, ainda segundo os autores, a novidade partiu dos movimentos de contracultura que foram frequentes nesse país nas décadas de 1960 e 1970 como, por exemplo, o movimento feminista, o de contestação à guerra travada no Vietnã e o movimento ecologista. Nessa perspectiva, também é possível indicar que esses profissionais foram impelidos, principalmente, pela necessidade de uma educação pelo viés político, direcionada para o desenvolvimento da cidadania, buscando-se explorar a interdisciplinaridade em uma educação científica estruturada em torno de problemas de grande amplitude, o repensar da cultura ocidental e a ulterior função da ciência escolar (Cruz e Zylberstajn, 2005).

227

Destaca-se, no entanto, que mesmo nesse nível de discussão, há muitos entendimentos quanto aos significados de formar os indivíduos para participarem de processos decisórios e mesmo com relação aos diferentes significados educativos do enfoque CTS (Santos, 1992; Santos e Mortimer, 2002; Auler, 2002; Gordillo *et al.*, 2003; Strieder, 2012).

Tendo em conta a existência de uma polissemia ligada ao termo, aos objetivos e às diferentes perspectivas didáticas ligadas ao enfoque CTS, aponta-se que o ensino de ciências balizado por essa abordagem educativa pode vir a apresentar-se como uma proposta para contribuir no combate ao analfabetismo científico-tecnológico, no sentido de disponibilizar ao cidadão um arcabouço teórico-epistemológico necessário para que ele apreenda as diversas relações contidas na tríade ciência-tecnologia-sociedade, assim como a natureza social da ciência e da tecnologia (Barnes, 1986; Auler, 2007; Hunsche *et al.*, 2009; Bennassar Roig *et al.*, 2010).

Nesse sentido, este trabalho parte da ideia de que a educação científica pode contribuir tanto para formação científica do educando quanto para sua formação cidadã, e um dos caminhos que podem ser trilhados pelo professor para alcançar tais

objetivos dá-se por meio das práticas educativas embasadas na abordagem de temas (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002; Auler, 2007; Strieder, 2008; Watanabe, 2008; Santos e Hunsche, 2012; Schepper, 2014).

Cabe, contudo, ressaltar novamente que há diferenças significativas entre os trabalhos educativos elaborados e realizados por diferentes grupos, sobretudo por conta de orientações ideológicas, econômicas e convicções educativas. Nesse âmbito, Auler (2002) faz o seguinte apontamento:

“não há uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação desse movimento. O enfoque CTS abarca desde a ideia de contemplar interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade apenas como fator de motivação no ensino de Ciências, até aquelas que postulam, como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo em alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário” (Auler, 2002: 31).

Tratando-se do enfoque CTS no contexto brasileiro, Strieder (2012) realizou um mapeamento das pesquisas vinculadas a esse enfoque no Brasil. A partir do mapeamento que a autora realizou, criaram-se argumentos que corroboraram a ideia de que o movimento CTS apresenta-se polissêmico no contexto brasileiro da educação científica, abrangendo uma série de interpretações. Para a autora, essa variedade:

228

“reflete a própria complexidade das questões envolvidas e, de certa forma, confere ao lema uma abrangência muito maior. Entende-se que a diversidade de preocupações, que possuem naturezas diferentes e nem sempre comparáveis, está relacionada às diferentes dimensões das abordagens CTS” (Strieder, 2012: 48).

Devido a esse fato, a autora conclui ser necessária uma maior sistematização da abordagem CTS no campo da educação científica. Observou-se que não há assentimento geral no que se refere a instrumentos concretos para implantar discussões sobre CTS no ambiente escolar, isto é, sobre como “atingir” as metas propostas e quais elementos e estratégias necessitam ser usados ou priorizados. Nessa perspectiva, partindo da análise realizada, ressaltam-se “a natureza interdisciplinar e uma abordagem contextualizada dos conceitos científicos, embora em muitos trabalhos isso não esteja presente de forma efetiva” (Strieder, 2012: 49).

A autora constata, ainda, que as discussões no âmbito latino-americano estão muito incipientes. Observa que a maior parte dos trabalhos tem recebido influências europeias ou norte-americanas, fazendo com que a discussão se torne muito distante da realidade brasileira.

Ademais e em ressonância com os resultados de alcance internacional, no Brasil é frequente encontrar trabalhos que se pautam pela categorização criada por Santos (2001), em que prevalece um enfoque ou na ciência, ou na tecnologia, ou na Sociedade, apresentando entre essas três facetas articulações de modo pouco eficaz.

Na dimensão curricular brasileira sobre o enfoque CTS, Santos e Mortimer (2002) apontam divergências no que tange à escolha de temas globais ou regionais. Os autores afirmam que a questão primordial está vinculada ao grau de problematização social do tema. Mencionando Paulo Freire, Santos e Mortimer (2002) apontam:

“Ainda que não diretamente relacionadas aos problemas da educação científica e tecnológica, as contribuições de Paulo Freire ajudam a clarear aspectos relativos à discussão dos temas a serem priorizados no currículo. [Freire] discute que a conscientização do indivíduo ocorre por meio do diálogo com suas condições de existência, o qual se traduz numa proposta de educação libertadora, por meio do uso de ‘temas geradores’. Os temas, que têm sua origem na situação presente, existencial, concreta dos educandos e refletem as suas aspirações, organizam o conteúdo programático. O tema se origina, então, nas relações dos homens com o mundo” (Santos e Mortimer, 2002: 10).

Continuando pelo viés freireano, Auler (2002) afirma que a concepção do educador pode dar subsídios à procura de possibilidades para repensar os objetivos da educação científica. Para o autor, conforme as postulações freireanas, o trabalho educativo organizado a partir do enfoque CTS traz consigo plausíveis encaminhamentos para o contexto da educação no Brasil, para uma “sociedade de passado colonial, sem história de participação, tendo, grande parte de sua população, enormes carências materiais, diferentemente dos países em que historicamente emergiu” (Auler, 2002: 14) o chamado movimento CTS.

229

É possível, portanto, no entender de Strieder (2012), perceber que existe uma enorme variedade de propostas e perspectivas sobre o enfoque e o movimento CTS no Brasil, o que justifica a afirmação da autora:

“A nosso ver essa diversidade acontece porque CTS pode ser entendido como um movimento ou uma proposta ampla quanto aos objetivos formativos gerais, o que está relacionado à sua origem. As colocações de Aikenhead (...) deixam claro que, no campo educacional, o Movimento CTS não teve origem, apenas, nas vertentes europeia e americana. Questões intrínsecas à própria Educação Científica, como a desmotivação dos alunos e a baixa aprendizagem, também o influenciaram. O que acabou resultando numa diversidade de pontos de vista sobre esse movimento que coincidem em defender a necessidade de uma reformulação no ensino de ciências, a contextualização dos conteúdos e a formação para a cidadania” (Strieder, 2012: 52).

Partindo dessas ponderações, entende-se relevante para a área da didática das ciências a elaboração de pesquisas cujo intuito seja investigar as diferentes compreensões dos profissionais dessa área sobre as características teóricas e metodológicas das práticas educativas relacionadas com o enfoque CTS, de forma mais específica, aquelas que estejam explicitamente relacionadas à abordagem de temas direcionados para a educação básica.

Nesse sentido e colocando-se novamente em voga a questão de formar cidadãos capazes de se posicionarem de maneira fundamentada diante de processos decisórios, entende-se que uma das formas de fazê-lo é por meio da promoção de situações educacionais nas quais o estudante precise desenvolver atitudes e competências para que tenha condições de decidir sobre as adversidades que o circundam e que o influenciarão positiva ou negativamente. Uma das maneiras de inserir o estudante nessa visão educacional é organizando o trabalho educativo através da abordagem de temas, visão esta que caminha juntamente com as práticas educativas com ênfase CTS (Santos, 1992; Auler, 2007; Watanabe, 2008).

É relevante destacar, também, que a abordagem de temas constitui-se numa perspectiva curricular “cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema” (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002: 189).

230

De outra maneira, a abordagem de temas preocupa-se com a apreensão dos conhecimentos e seu uso, ademais de sua aproximação com fenômenos associados a situações vivenciadas pelos estudantes (Delizoicov e Angotti, 1991). O ensino por meio de temas busca superar o ensino propedêutico. Nessa perspectiva, para ultrapassar a concepção propedêutica é necessário aprender de forma participativa (Auler, 2007). Assim, “o aprender ocorre no processo de busca de respostas para situações existenciais, na ressignificação da experiência vivida, o que vai ao encontro dos pressupostos do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade” (Santos e Hunsche, 2012: 299). Ainda segundo Santos (1992):

“a inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão” (Santos, 1992: 139).

Segundo Santos e Mortimer (2000), nas discussões científicas a partir da problematização temática é fundamental evidenciar o poder de influência que os educandos podem ter como cidadãos, bem como as questões éticas e os valores humanos vinculados à ciência e à tecnologia. Nesse sentido, os alunos podem ser estimulados a participar de forma democrática na sociedade por meio da expressão de suas opiniões. No entender dos autores, isso poderia ser realizado:



“levando-se os alunos a perceberem o potencial de atuar em grupos sociais organizados, como centros comunitários, escolas, sindicatos (...) Pode-se mostrar o poder do consumidor em influenciar o mercado, selecionando o que consumir. Além disso, as discussões das questões sociais englobariam os aspectos políticos, os interesses econômicos, os efeitos da mídia no consumo (...) Questões dessa natureza propiciarão ao aluno uma compreensão melhor dos mecanismos de poder dentro das diversas instâncias sociais” (Santos e Mortimer, 2000: 10).

Santos (1992) destaca, ainda, que é primordial a adoção de temas incorporando aspectos sociais atrelados à ciência e à tecnologia que estejam diretamente vinculados à vida dos educandos, assim como é fundamental o desenvolvimento de atividades de ensino nas quais os estudantes tenham a oportunidade de discutir distintos pontos de vista a respeito de alternativas de soluções. Santos e Mortimer (2000) destacam também que o estudo de temas:

“permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais” (Santos e Mortimer, 2000: 13).

231

Diante do que foi exposto, entende-se que uma das possibilidades de se atender a demanda de uma organização curricular pautada nos referenciais de CTS pode vir a ser através de atividades educativas balizadas pela abordagem de temas.

Outro ponto relevante desse estudo está na compreensão de que a investigação da produção teórica da área sobre o assunto se apresenta como uma das mais promissoras de serem investigadas, já que a pesquisa em tais documentos pode vir a sistematizar e a valorizar o conhecimento já produzido pelo campo da didática das ciências sobre o enfoque CTS.

De modo especial, entende-se relevante e promissor voltar-se o olhar para os trabalhos publicados nos anais dos Seminários Ibero-americanos CTS.<sup>2</sup> Esse tem sido um dos principais eventos da área, envolvendo tanto a comunidade dos países europeus de língua portuguesa e espanhola quanto os países latino-americanos. Ou seja, esse evento agrega, entre outros, pesquisadores brasileiros e de dois países europeus que possuem uma consolidada e ampla produção científica voltada para o

---

2. Esses seminários são realizados a cada dois anos. O primeiro aconteceu em 2008, em Aveiro, Portugal; o segundo, em 2010, em Brasília; e o terceiro realizou-se em 2012, em Madrid, Espanha.

enfoque CTS. Além disso, pauta-se na promoção do debate, da investigação e da inovação no campo da didática das ciências.

Cabe, ainda, mencionar que os Seminários Ibero-americanos CTS configuram-se como um espaço para debate acadêmico sobre o campo de investigação das inter-relações ciência-tecnologia-sociedade no campo da didática das ciências. O seu público alvo se constitui por pesquisadores e estudantes de pós-graduação que vêm desenvolvendo pesquisa na área. A adesão cada vez maior de participantes nesses eventos demonstra a atualidade da temática e vem propiciando a consolidação de estudos e pesquisas no campo e o intercâmbio científico favorecido pela proximidade das línguas ibero-americanas. Os objetivos prioritários desses seminários centram-se no incentivo do debate, da investigação e da inovação como contributo para alcançar um ensino em ciências de qualidade que promova uma autêntica imersão na cultura científica, superando os reducionismos e as distorções que têm continuado a se alastrar em grande parte da educação em ciências.

Até o momento da conclusão dessa investigação havia sido organizados três edições consecutivas desse evento de caráter tópico com frequência de dois anos.

Nesses seminários, portanto, revela-se a possibilidade de encontrar inúmeros artigos cuja temática esteja relacionada ao objeto de pesquisa a que se propõe esse trabalho. Em outras palavras, pode-se encontrar nesses seminários uma gama de trabalhos vinculados às práticas educativas elaboradas ou aplicadas no contexto da educação básica, constituindo-se numa base de dados para entender-se que compreensões a respeito das práticas educativas organizadas a partir de temas e associadas ao enfoque CTS podem ser identificadas nos trabalhos de autores brasileiros, espanhóis e portugueses publicados nos Seminários Ibero-americanos CTS.

Diante desse contexto, o interesse dessa investigação voltou-se para os trabalhos de autores brasileiros, espanhóis e portugueses apresentados nos três primeiros Seminários Ibero-americanos CTS. Especificamente, direcionou-se o olhar para artigos que relatassem práticas educativas voltadas para a educação básica e organizadas a partir da abordagem de temas. Tendo em conta essas observações, essa investigação orientou-se pela proposta de identificar e analisar:

- aspectos da relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade que são enfatizados nos trabalhos que fazem menção às práticas educativas organizadas a partir de temas;
- referenciais teóricos que sustentam as atividades educativas apresentadas nesses trabalhos;
- perspectivas metodológicas de ensino articuladas às propostas educativas organizadas a partir de temas.

Importante destacar que parte desse interesse investigativo deve-se às proximidades da língua e de alguns costumes comuns entre os indivíduos que habitam Brasil,

Espanha e Portugal. De outro modo, também temos diferenças significativas, sobretudo do ponto de vista da organização social, da distribuição mais igualitária da renda e das oportunidades educativas de qualidade (Auler, 2002; Santos e Mortimer, 2002; Schepper, 2014).

### **Procedimentos metodológicos**

O presente estudo estabeleceu-se a partir de uma pesquisa de natureza qualitativa e de tipo documental/bibliográfico (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 1998). Os documentos em questão foram os artigos publicados nos anais das três primeiras versões dos Seminários Ibero-americanos CTS. Nesta perspectiva, pode-se dizer que este é um trabalho que procurou realizar uma revisão sistemática da literatura mediante consulta nos anais de um dos eventos científicos mais relevantes do campo da educação CTS.

Para a constituição do *corpus* documental de análise, fez-se uma busca, por meio de palavras-chave, nos títulos e resumos dos artigos constantes nas sessões de pôsteres, conferências, comunicações orais e sessões coordenadas dos Seminários Ibero-americanos CTS que remetem ao objeto desta pesquisa. As palavras-chave utilizadas para esta busca foram: “Projeto Temático”, “Tema Social”, “Tema Ambiental”, “Abordagem Temática”, “Temas Controversos”, e “Abordagem de Temas”. A escolha das palavras-chave está diretamente relacionada com o referencial teórico de apoio desta pesquisa. Para exemplificar, cita-se que o trabalho de Silva e Carvalho (2007) aponta que é possível realizar trabalhos educativos de natureza CTS a partir da abordagem de “temas controversos”. O trabalho de Santos e Hunsche (2012), por sua vez, indica que trabalhos educativos de natureza CTS podem ser organizados a partir de temas de natureza social.

233

A partir desse primeiro recorte, passou-se a leitura dos textos completos dos artigos encontrados, com a intenção de conferir se, de fato, o trabalho se pautava pela abordagem de temas. Após essa conferência procurou-se separar os trabalhos que claramente explicitavam práticas educativas no contexto da educação básica.

A aplicação desses parâmetros de procura nos trabalhos resultou na seleção de 25 artigos que compõem o *corpus* documental da investigação. Cada um dos 25 artigos selecionados está descrito na **Tabela 1** e no final deste trabalho no item intitulado “Artigos que compõem o *corpus* documental da presente investigação”.

**Tabela 1. Identificação dos trabalhos que formam o *corpus* documental desta investigação**

<b>Título do Trabalho</b>	<b>Autor/ Ano</b>	<b>Seminário</b>
O chocolate é doce para toda a gente?: apresentação de uma experiência em torno de um conflito de interesses	Bonil <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
A água está sempre em equilíbrio? Uma oficina sobre a gestão da água do ponto de vista do consumo e da educação para a sustentabilidade	Bonil <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
Análise de uma abordagem de um tema CTSA em uma escola pública	Erlete e Santos (2008)	I SIACTS
Contextualizando Conteúdos de Química com a Temática da Automedicação	Richetti <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
Atividades para a Secundária sobre Radioatividade e os Isótopos desde uma Perspectiva CTS	Avià <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
Os organismos transgênicos: uma proposta para o desenvolvimento da competência científica no Ensino Secundário Obrigatório (ESO)	Albaladejo <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
Um Projeto em Parceria entre professores e Investigadores em Didática das Ciências: as Chuvas Ácidas numa Aula da Área Curricular de Ciências Físicas e Naturais	Martins <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
Por que nos Alimentamos? Análise de uma Sequência Didática Estruturada Segundo referenciais do Movimento CTS	Santana <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
“O Consumo de Água de Bebida Engarrafada” como Contexto para Desenvolver Propostas de Alfabetização	Científica López <i>et al.</i> (2008)	I SIACTS
Enfoque CTS e Paulo Freire: referenciais para repensar a educação em ciências	Santos (2010)	II SIACTS
Contribuições da abordagem de uma questão sociocientífica na educação de adultos	Moreno <i>et al.</i> (2010)	II SIACTS
Energia Nuclear: matriz energética viável a produção de energia elétrica? Um enfoque CTS para o estudo de radioatividade	Pitanga (2010)	II SIACTS
Educar pela pesquisa na prática do ensino médio: uma proposta de educação ambiental sob enfoque CTSA no município de Barueri-SP	Silva e Araújo (2010)	II SIACTS
Tema polêmico em aulas de biologia: células-tronco	Fagundes e Auler (2010)	II SIACTS
Biocombustíveis como uma alternativa para o ensino de química	Vidinha e Nogueira (2010)	II SIACTS
A perspectiva CTS/CTSA no estudo da termodinâmica a partir do Tema “aquecimento global”	Lamarque (2010)	II SIACTS
A questão do aquecimento global na perspectiva CTS: elementos para sua implementação	Watanabe <i>et al.</i> (2010)	II SIACTS
A Ressignificação do Processo de Aprendizagem Utilizando Projetos Integrados em Sala de Aula	Duso <i>et al.</i> (2010)	II SIACTS
Biodiesel como Eixo Temático para Desenvolvimento de Conteúdos de Química	Regiani <i>et al.</i> (2010)	II SIACTS
A Produção De Raios X Em Uma Unidade Hospitalar Abordada Por Meio Do Enfoque Ciência, Tecnologia E Sociedade (CTS) Em Aulas De Física No Ensino Médio	Souza <i>et al.</i> (2010)	II SIACTS
A Radioatividade como Tema em uma perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade com Foco em História e Filosofia da Ciência	Silva <i>et al.</i> (2010)	II SIACTS
Educação para Lidar com Resíduos como Parte da Educação para o Consumo Ético, Solidário e Responsável: uma Proposta Didática para o Ensino Fundamental	Mezzacappa <i>et al.</i> (2012)	III SIACTS
Uma Iniciativa para a promoção da literacia científica na disciplina de ciências físico-químicas do 3.º ciclo do ensino básico	Mendes <i>et al.</i> (2012)	III SIACTS
O Uso de um Tema CTS em Aulas de Ciências Naturais para Propiciar a Percepção da Articulação entre o Conhecimento Científico e Situações de Vivências dos Alunos	Mundim <i>et al.</i> (2012)	III SIACTS
Desenvolvimento de Conceitos e Valores na Decisão sobre o Uso De Drogas	Gonzales <i>et al.</i> (2012)	III SIACTS

O tipo de análise adotado nessa investigação segue orientações da análise de conteúdo (Bardin, 2011), que é uma técnica muito útil para analisar trabalhos escritos.

A análise de conteúdo consiste em uma técnica que objetiva obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (Bardin, 2011).

Oliveira *et al.* (2003) pontuam que as técnicas da análise de conteúdo possibilitam a identificação dos principais conceitos ou temas presentes nos textos. Segundo Bardin (2011), pode-se realizar a Análise de Conteúdo a partir de duas práticas: a linguística e as técnicas documentais. No caso da presente pesquisa, em que são analisados trabalhos apresentados em um congresso específico do campo CTS, entende-se que ela esteja atrelada às técnicas documentais.

A análise se organizou a partir de três “polos cronológicos”: pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados; e a inferência e a interpretação.

Na pré-análise, realizaram-se várias leituras dos artigos que constituem o *corpus* documental desta investigação. Nessa etapa, foram identificadas as unidades de sentido que possuem os núcleos de conteúdo apontados no problema de pesquisa.

Na etapa da exploração do material e tratamento dos resultados, as unidades de sentido foram organizadas em agrupamentos. A presença ou frequência de aparição dos núcleos de sentido no texto podem possuir algum significado para o objetivo do trabalho realizado. Esses agrupamentos foram analisados à luz do referencial teórico adotado neste trabalho.

235

Na fase da inferência e da interpretação, ocorreu a divisão dos agrupamentos elaborados em categorias segundo as suas características comuns. A categorização ocorreu mediante um reagrupamento progressivo de categorias, variando desde uma amplitude de generalidade mais forte até uma generalidade mais fraca (o que caracteriza as subcategorias).

Também é importante afirmar que, em acordo com Laville e Dionne (1999), neste trabalho optou-se pela forma mista de categorização, sobretudo porque parte-se de categorias a priori – dadas por pesquisas que já realizaram trabalhos parecidos – mas, em vários momentos, foram necessárias modificações e novas organizações categóricas. Segundo os autores citados, além de categorias definidas a priori (modelo fechado) e a posteriori (modelo aberto), há um terceiro modelo de categorização: o modelo misto. Esse modelo serve-se dos modelos aberto e fechado, em que as categorias são definidas no início, mas o pesquisador se permite modificá-las em função do que a análise apontará, ou seja, a construção das categorias inicia-se com a definição de categorias a priori fundadas com auxílio do aporte teórico utilizado pelo pesquisador, no entanto, estas não possuem um caráter imutável, já que, durante a leitura do material submetido à análise, as categorias preestabelecidas podem sofrer algumas modificações, sendo até mesmo excluídas e outras podem ser criadas.

## Aspectos relacionados às componentes da tríade CTS

A partir da análise dos artigos presentes no *corpus* documental verificou-se que em alguns trabalhos relacionados à temática CTS prevalece um realce na ciência, em outros, na tecnologia e, majoritariamente, na Sociedade, sendo que a articulação entre essas três componentes raramente ocorre de forma eficaz.

De acordo com Santos e Mortimer (2002), os conteúdos dos currículos CTS “apresentam uma abordagem de ciência em sua dimensão mais abrangente, em que são discutidos muitos outros aspectos além da natureza da investigação científica e do significado dos conceitos científicos” (Santos e Mortimer, 2002: 7-8), como éticos, morais e estéticos que permeiam o fazer científico e que também devem estar presentes no fazer do professor em sua sala de aula.

Quanto à ênfase que é dada à tecnologia, os autores entendem que a educação tecnológica na educação básica:

“vai muito além do fornecimento de conhecimentos limitados de explicação técnica do funcionamento de determinados artefatos tecnológicos. Não se trata de simplesmente preparar o cidadão para saber lidar com essa ou aquela ferramenta tecnológica ou desenvolver no aluno representações que o instrumentalize a absorver as novas tecnologias. Tais conhecimentos são importantes, mas uma educação que se limite ao uso de novas tecnologias e à compreensão de seu funcionamento é alienante, pois contribui para manter o processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço, não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável” (Santos e Mortimer, 2002: 9).

236

Há, também, trabalhos que dão maior importância aos pressupostos sociais, o que é defendido por Santos e Mortimer (2002). Segundo os autores, isso deve ser realizado para, por exemplo, levar os alunos a perceberem o potencial de atuar em grupos sociais organizados, como centros comunitários, escolas e sindicatos. Nessa perspectiva, pode-se mostrar o poder do consumidor em influenciar o mercado, selecionando o que consumir. Além disso, “as discussões das questões sociais englobariam os aspectos políticos, os interesses econômicos, os efeitos da mídia no consumo (...) Questões dessa natureza propiciarão ao aluno uma compreensão melhor dos mecanismos de poder dentro das diversas instâncias sociais” (Santos e Mortimer, 2002: 10). Contudo, as questões referentes à ciência e à tecnologia são complexas e de difícil abordagem em poucas páginas; qualquer tentativa de compreensão sobre o que é sociedade acrescenta muitas outras complicações (Gordillo *et al.*, 2003).

A reflexão a respeito da tecnologia é relativamente recente. De fato, um dos feitos dos estudos CTS foi pôr enfaticamente a tecnologia como objeto de estudo merecedor de um relevante esforço acadêmico. O estudo da ciência tem uma tradição mais longa, mesmo que o que se disse na antiguidade sobre esse conceito fosse

obstaculizado pelo escasso desenvolvimento das ciências como tais, de maneira que, até a revolução científica, não há uma meditação mais aprofundada sobre algumas questões como o método científico ou os princípios das ciências (Gordillo *et al.*, 2003). Todavia, a análise dos artigos que fazem parte do *corpus*, indica que alguns apontamentos podem ser realizados com implicações para o campo educacional.

Nesse sentido, destaca-se o artigo de Watanabe *et al.*, 2010, no qual as autoras procuram trabalhar dentro da perspectiva de realçar a componente “C” do enfoque CTS. Em outras palavras, esse trabalho procurou enfatizar os conceitos científicos em detrimento de uma abordagem pelos vieses social e tecnológico, o que pode ser percebido no excerto que se segue.

“Com o intuito de discutir de forma mais detalhada o processo de elaboração da proposta, dentre as etapas do processo desenvolvido, destacamos o momento de articulação entre os temas e os *conteúdos de física*” (Watanabe *et al.*, 2010: 6-7, grifo nosso).

Outro exemplo de trabalho que apresenta como pano de fundo o “C” do enfoque CTS pode ser observado a partir da intenção de Lamarque *et al.*, 2010: “com a finalidade de propor uma metodologia para trabalhar *conceitos da ‘Termodinâmica’* em aulas de Física a partir de recomendações da Perspectiva CTS/CTSA para a Educação” (Lamarque *et al.*, 2010: 1, grifo nosso). Diante desse contexto e com a intenção de não esgotarmos através de exemplos todos os trabalhos que apresentam inclinação para ênfase em “C” do enfoque CTS, cabe salientar que cerca de 38% dos artigos analisados seguem esse tipo de orientação.

237

Já por uma vertente mais voltada para o campo social, encontramos o trabalho de Vidinha e Nogueira (2010). Esse trabalho mostra nítida preocupação em desenvolver nos educandos atitudes, competências e habilidades voltadas para questões sociais, como podemos ver no trecho abaixo.

“Com o objetivo de formar alunos críticos e de incorporar ao ensino de Química assuntos que estão na mídia e que fazem parte da vida dos alunos é que foi escolhido o tema biocombustíveis para o projeto de ensino e de aprendizagem. É um assunto que está em pauta, em jornais, revistas, internet e que não é comum se encontrar nos livros didáticos tradicionais e que possui *implicações sociais, políticas, econômicas e ambientais* que também podem servir para uma discussão mais ampla” (Vidinha e Nogueira, 2010: 1, grifo nosso).

E, no mesmo trabalho, os autores ressaltam a necessidade de “formar cidadãos críticos e que possam intervir na *sociedade* e exercer essa cidadania de forma responsável” (Vidinha e Nogueira, 2010: 2, grifo nosso).

Nessa mesma linha, isto é, em trabalhos que apresentam tendência de enfatizar o “S” das relações CTS, encontra-se o trabalho de Fagundes e Auler (2010) ao abordar o polêmico tema das células-tronco. Nesse trabalho, os autores deixam claro que o:

“objetivo foi oportunizar o desenvolvimento de uma atitude mais reflexiva e crítica, por meio de atividades que abordam *temas sociais*, utilizando-se da problematização, interpretação e produção de textos e simulação de processo decisório” (Fagundes e Auler, 2010: 1, grifo nosso).

Ainda seguindo a vertente social (“ctS”) tem-se o trabalho de Silva e Araújo (2010), o qual ressalta que se buscou apresentar “o ambiente como um território vivo, dinâmico, reflexo de processos *políticos, históricos, econômicos, sociais e culturais*, onde se materializa a vida humana e a sua relação com o universo” (Silva e Araújo, 2010: 2-3, grifo nosso). Nessa mesma linha de ação encontram-se aproximadamente 58% do total de trabalhos.

Outra componente da tríade CTS que ganha importância dentre os trabalhos selecionados é a tecnologia, prevalecendo o “cTs”. Isso pode ser notado no excerto abaixo:

238

“Durante este momento puderam ser discutidas algumas informações relativas às diversas *matrizes energéticas* utilizadas no mundo, do tipo: fonte, escassez, custo de execução para implantação, custo de fornecimento ao consumidor final, emissão de poluentes na atmosfera” (Pitanga, 2010: 4, grifo nosso).

Pelo viés da ênfase atribuída à tecnologia tem-se uma minoria de 8%. Este dado traz certa preocupação, já que a sociedade é fortemente influenciada pela tecnologia.

No entanto, não obstante as intenções teóricas dos trabalhos que compõem o *corpus* documental sejam distintas umas das outras, é possível observar que eles partilham de um núcleo comum, ou seja, procuram abordar a questão da formação para cidadania. Em outras palavras, esses trabalhos procuram promover a formação de cidadãos que tenham condições de se posicionarem criticamente diante de processos decisórios. Contudo, há uma concordância deste trabalho com os argumentos de Strieder (2012), quando afirma:

“Nesse sentido, ainda que todos defendam um discurso teórico que se aproxima, eles o fazem sob pontos de vista diferentes, sendo que em alguns trabalhos a incoerência entre a teoria e a prática sequer permite determinar qual a intenção educacional por trás da proposta” (Strieder, 2012: 51).



Nas discussões desses temas, sejam eles com ênfase no “C”, “T” ou “S” do enfoque CTS é fundamental que se enfatize o poder de influência que os alunos podem ter como cidadãos, assim como as questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia. Desse modo, os alunos poderiam ser estimulados a participar democraticamente da sociedade por meio da expressão de suas opiniões (Santos e Mortimer, 2002).

### **Referenciais teóricos encontrados nos trabalhos de autores brasileiros e autores ibéricos**

No quadro geral dos artigos analisados foi possível observar a presença de referenciais teóricos que balizaram as intervenções didáticas realizadas. Nas linhas que se seguem pretende-se explicitar os referenciais presentes nos trabalhos que fazem parte do *corpus* de análise.

Quanto aos trabalhos de autores brasileiros, é patente a influência dos pressupostos freireanos, como é possível observar nos excertos que se seguem: “resgatamos o pensamento freireano como uma concepção educacional, que contribui na fundamentação crítica das interações CTSA no Ensino de Ciências, de modo que possibilite o encorajamento dos sujeitos na ação social responsável” (Moreno *et al.*, 2010: 1). Ou ainda, “considerando que seu fazer educacional parte do pressuposto da vocação ontológica do ser humano em ‘ser mais’ (ser sujeito histórico e não objeto), havendo, para tal, a necessidade da superação da ‘cultura do silêncio’” (Santos, 2010: 1).

239

Os excertos destacados propõem uma educação voltada para emancipação ideológica e política do sujeito. Caberia ao professor, portanto, a promoção de atividades que desenvolvam o pensar crítico nos educandos, sendo este relacionado com a perspectiva de transformação da sociedade objetivando uma organização social mais justa e igualitária do ponto de vista das oportunidades concretas de participação em processos de tomada de decisão. Por esse viés e pelo que se pode verificar nos trabalhos selecionados, as atividades que envolvem debates sugerem que tal objetivo possa ser cumprido, ou seja, a promoção de diálogos entre os diversos atores da sala de aula leva à construção de atitudes favoráveis ao posicionamento fundamentado diante de questões sociocientíficas.

Os mesmos excertos sugerem também que os trabalhos elaborados por brasileiros são fortemente influenciados pelas ideias freireanas, promovendo-se diálogos entre os pressupostos do educador e a abordagem CTS (Auler, 2002), constituindo-se, por conseguinte, o principal referencial teórico constante nos artigos de autores brasileiros. Seguem essa linha de ação, de maneira mais específica, referências aos educadores e investigadores como Wildson Luiz Pereira dos Santos; Décio Auler; Walter Antonio Bazzo; Eduardo Fleury Mortimer; e Roseli Pacheco Schnetzler, sendo estes encontrados em citações nos trabalhos publicados por autores brasileiros que se ancoram nos pressupostos de Freire.

Cabe fazer presente, no entanto, que além da preocupação dos pesquisadores brasileiros que se pautam nos pressupostos freireanos constantes nos artigos, pode-se verificar determinada atenção para a questão da educação socioambiental que seja “capaz de preparar o aluno para a compreensão do mundo e das inter-relações do conhecimento científico, da tecnologia, da sociedade e do *meio ambiente*” (Erlete e Santos, 2008: 302, grifo nosso).

Já nos trabalhos de autores da Península Ibérica são frequentemente citados os educadores e pesquisadores Isabel P. Martins; Berta Marco-Stiefel; Pedro Reis; Cecília Galvão; Sofia Freire; Cláudia Faria; Ángel Blanco-López; María Victoria Sánchez; João Praia; e Ángel Vázquez Alonso. Estes educadores e pesquisadores centram-se na “promoção de competências de mobilização de conhecimentos, capacidades e atitudes na tomada de decisões e na resolução de problemas do cotidiano dos alunos” (Mendes *et al.*, 2012: 1).

Nos trabalhos de autores ibéricos percebe-se claramente a preocupação em formar indivíduos que estejam preparados para enfrentar questões atinentes a problemas encontrados na sociedade contemporânea, principalmente problemas relacionados ao consumo sustentável, como é possível notar no excerto abaixo:

“Proporcionar ferramentas para abordar de forma construtiva os desafios do mundo atual supõe *entender a vida desde uma visão criativa e ativa* na qual se integrem a construção coletiva de novas formas de sentir, pensar e atuar. Desde a ECC [Escola de Consumo da Catalunha] planteia-se uma educação do consumo que reivindica as emoções, o diálogo disciplinar (...) e a *formulação de perguntas na formação da cidadania*” (Bonil, 2012: 441, grifo nosso).

240

Nesse ponto, pode-se conjecturar que existe certa aproximação entre as categorias freireanas como a vocação ontológica do ser humano de “ser mais”, a educação do indivíduo para a formação de um cidadão crítico – consciente de que é um ser inacabado –, além da noção de acercar o “mundo da escola” ao “mundo da vida” (Auler, 2002), o que pode ser tratado como ponto de confluência entre as intenções dos pesquisadores brasileiros e pesquisadores ibéricos.

É interessante frisar que vários trabalhos de autores ibéricos dão ênfase às questões relacionadas à sustentabilidade. Tal preocupação pode ser notada nas palavras referentes à Escola de Consumo da Catalunha (ECC): “O objetivo da ECC é capacitar o cidadão para poder dar respostas aos novos desafios da sociedade desde um posicionamento crítico, ativo e responsável, *com a finalidade de avançar para uma sociedade mais justa e sustentável*” (Bonil *et al.*, 2008: 441, grifo nosso).

Em outro trabalho destaca-se: “enfoques didáticos pretendem capacitar os alunos para compreender a complexidade do consumo e para tomar decisões entorno de suas próprias atitudes” (Bonil *et al.*, 2008: 443, grifo nosso).

Nessa mesma linha de ação, encontram-se também outros quatro trabalhos – todos de autores ibéricos. Destaca-se, neste momento, a consideração de Martins e Paixão (2011) que realçam que é necessário ter consciência de que a educação para sustentabilidade não é um problema que deve ser resolvido somente na escola, se bem que esta não deve ignorá-lo. As autoras enfatizam que as orientações educativas relacionadas à ideia de sustentabilidade obrigam a diversidade de conceitos centrados no desenvolvimento social, nos quais a educação multicultural para a paz, para saúde, para o consumo e para os valores são essenciais.

### **Considerações metodológicas e pontos de confluência e de distanciamento entre os trabalhos de autores brasileiros e autores da Península Ibérica**

As análises realizadas sugerem que existem alguns pontos de aproximação e outros de distanciamento entre os trabalhos elaborados por autores brasileiros e autores ibéricos.

Um dos aspectos que chamou atenção refere-se diretamente às práticas educativas. Foi possível observar que ambos os grupos de pesquisadores lançaram mão de atividades educativas voltadas para interpretação, elaboração e discussão de textos que apresentavam como pano de fundo a temática proposta para a abordagem em sala de aula.

No entanto, deve-se ressaltar que parte majoritária dos trabalhos realizados nessa perspectiva é de autores brasileiros, o que se justifica pelo grande número de trabalhos publicados por estes, principalmente no II Seminário Ibero-americano CTS. Relativamente ao tipo de atividade educativa supracitado, notou-se uma ampliação da capacidade crítica dos alunos no decorrer da intervenção didática realizada.

241

Reforça-se, todavia, que há de se ter cautela quando se trabalha com esse tipo de intervenção didática, uma vez que, ao realizarem tal prática educativa, ficou evidente a dificuldade que os educandos apresentaram em relação à leitura e interpretação, já que ambas estão relacionadas a funções cognitivas superiores, e, principalmente, com a escrita, o que pode servir de alerta para aqueles que desejam trabalhar dentro dessa perspectiva.

No que se refere à prática educativa que tem como base o ensino por projetos e à categoria identificada como discussão crítica atrelada a documentários, observou-se que as mesmas foram verificadas somente entre os trabalhos publicados por brasileiros, o que leva a um ponto de discrepância com relação aos autores ibéricos.

Faz-se necessário lembrar que – embora de forma incipiente – existem iniciativas de autores brasileiros orientando-se pelos pressupostos da Escola de Consumo da Catalunha. Isso demonstra uma aproximação entre as práticas educativas ministradas por autores brasileiros e autores da Península Ibérica.

Outra característica comum entre esses dois grupos relaciona-se ao fato de nenhum dos trabalhos apresentarem indicativos de que houve participação por parte

do alunado no processo de definição dos temas. Cabe mencionar que tanto as intervenções didáticas feitas por autores brasileiros quanto por autores ibéricos promoveram a introdução de problemas sociais que foram discutidos pelos educandos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão ou a emancipação do sujeito.

Ressalta-se que grande parcela dos trabalhos publicados por brasileiros fundamentam-se nos pressupostos do educador Paulo Freire. Ora o autor é citado diretamente, ora ele serve como base para outros pesquisadores, fazendo-se articulações entre as ideias de Freire e CTS. Isso sugere que a produção brasileira em CTS, estruturada a partir da abordagem de temas, tem se preocupado com práticas educativas realizadas em sala de aula sob a ótica de um pensamento autônomo com relação às linhas europeia e norte-americana.

Constatou-se, ainda, que tanto autores brasileiros quanto ibéricos comungam da ideia de realizarem práticas educativas pelos vieses da ética, valores e atitudes. No entanto, os trabalhos de brasileiros voltam-se com maior vigor para questões sociais como o problema das drogas, automedicação e o estímulo à solidariedade. Já os trabalhos de autores ibéricos deixam transparecer maior preocupação com questões associadas ao consumo sustentável e com problemas de cariz socioambiental.

Outro ponto de confluência entre as práticas educativas de autores brasileiros e da Península Ibérica relaciona-se com a questão da interdisciplinaridade. Ambos defendem a ideia da superação dos currículos fragmentados, fundamentando-se em atividades de caráter interdisciplinar, permitindo-se a unicidade das ciências e a busca da reciprocidade dos seus campos de conhecimento.

242

Salienta-se que os trabalhos de autores brasileiros, portugueses e espanhóis enfatizam questões de cunho social. Entretanto, através do que foi observado nas análises acima, os autores brasileiros permitem transparecer maior preocupação com temas como fontes de energia, drogas, automedicação, lixo, água e problemas ambientais. Já os trabalhos publicados por autores ibéricos são orientados para uma educação voltada para o consumo sustentável.

Outro ponto comum entre os trabalhos publicados por brasileiros e ibéricos vincula-se à baixa frequência de trabalhos que dão ênfase à tecnologia. Observa-se que somente cerca de 8% dos trabalhos preconizam intervenções didáticas atinentes à questão tecnológica, o que traz determinada preocupação, uma vez que na atualidade a maioria das pessoas vive numa sociedade imersa na tecnologia. Sendo assim, como os futuros cidadãos poderão opinar – de maneira fundamentada – sobre temas tecnocientíficos? É uma questão para se pensar.

É oportuno dizer que, muito embora as intenções teóricas constantes nos trabalhos de brasileiros, espanhóis e portugueses sejam múltiplas, fica evidente que neles subjaz a ideia de uma formação para cidadania.

As análises indicam, ainda, que entre os trabalhos elaborados tanto por autores brasileiros quanto por autores da Península Ibérica existem pontos de aproximação e

pontos de divergência. Infere-se, pois, que há entre os artigos de autores brasileiros e de autores ibéricos um possível diálogo, o que se torna evidente quando verifica-se que todas as práticas realizadas em sala de aula foram permeadas por debates simulados e objetivaram a promoção da cidadania.

Destaca-se, entretanto, que há alguns pontos de dissonância como o fato de que a maioria dos trabalhos analisados nessa investigação era de autores brasileiros.

Conclui-se, todavia, que existem mais pontos de aproximação do que de distanciamentos entre as práticas educativas realizadas por autores brasileiros e da Península Ibérica, o que indica um possível diálogo entre as práticas educativas desses dois grupos.

### **Considerações finais**

Primeiramente, destaca-se que o presente trabalho abrangeu uma coleção relativamente limitada de publicações da área de educação CTS, o que conduz para a compreensão de que os resultados das análises associadas devam ser encarados nesse mesmo nível de comprometimento. Entretanto, alguns direcionamentos a partir do estudo realizado podem ser destacados.

Nesse estudo, buscou-se a caracterização dos trabalhos de autores brasileiros, portugueses e espanhóis que apresentaram como pano de fundo trabalhos educativos que mencionam a abordagem de temas, sendo estes publicados nos anais dos Seminários Ibero-americanos CTS.

243

A partir da leitura na íntegra dos artigos organizaram-se três agrupamentos relativos aos aspectos ligados à metodologia de ensino: i) documentários; ii) elaboração, discussão e interpretação de textos; e iii) ensino por projetos. Sendo:

- i) documentários: agrupamento que sistematiza práticas educativas que podem ser identificadas como discussão crítica atrelada a documentários que apresentam vínculo direto com a temática proposta.
- ii) elaboração, discussão e interpretação de textos: agrupamento relacionado com a realização de atividades educativas voltadas para interpretação, elaboração e discussão de textos que apresentam como pano de fundo a temática proposta para a abordagem em sala de aula.
- iii) ensino por projetos: agrupamento que contém, basicamente, trabalhos educativos que foram organizados exclusivamente a partir de um tema que seria pesquisado pelos alunos e discutido em sala de aula.

Destaca-se ainda que a leitura dos artigos possibilitou a elaboração de três categorias de análise de pressupostos teóricos: freireano; axiológico; interdisciplinar.

Através das articulações entre as intervenções realizadas por autores brasileiros, espanhóis e portugueses, notou-se que existe um evidente diálogo entre as três categorias acima mencionadas.

Verificou-se que os artigos publicados por espanhóis são fortemente influenciados pelos pressupostos da Escola de Consumo da Catalunha. E, aqui, torna-se importante mencionar que há, ainda que de maneira incipiente, iniciativas de autores brasileiros de se apropriarem dos fundamentos dessa escola para a prática efetiva de suas atividades didáticas, o que pode ser considerado como um ponto de convergência.

É importante salientar que os artigos que apresentaram orientações predominantemente axiológicas – e aqui temos trabalhos tanto de autores brasileiros quanto de autores ibéricos – foram essenciais para a formação de sujeitos capazes de enfrentar os desafios que o mundo nos coloca. Para essa empreitada, é imprescindível que os indivíduos construam em si valores como a cooperação, a solidariedade, a tolerância e o respeito. Destaca-se que o professor é um dos principais responsáveis para promoção desses valores.

Importa ressaltar que as práticas com orientações interdisciplinares estiveram presentes tanto em trabalhos de autores brasileiros quanto de espanhóis e portugueses.

244

Ressalta-se, ainda, que em todos os artigos analisados os autores promoveram a introdução de problemas sociais que foram discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão ou a emancipação do sujeito. Esse encaminhamento ocorreu entre autores brasileiros e ibéricos, o que evidencia outro ponto de confluência. Contudo, quando da escolha dos temas constantes no *corpus*, parte majoritária pôde ser caracterizada como temas “universais”, de abrangência geral, não atrelada a comunidades específicas, utilizáveis em vários contextos. Dessa forma, é possível conjecturar que o professor teria dada facilidade para elaborar suas práticas em sala de aula – dada a abrangência dos temas.

É relevante apontar que nos trabalhos de autores brasileiros pôde-se notar nítida influência do educador Paulo Freire quando da estruturação de práticas educativas. Essa influência correspondeu significativa parcela do total de trabalhos elaborados por brasileiros, o que pode ser entendido a partir das aproximações entre as ideias de Freire e CTS. Interessante perceber aqui um ponto de discrepância relativo aos autores ibéricos, que, sequer mencionam Freire. Considera-se, ainda, que existe uma tendência de um pensamento autônomo de autores brasileiros – embasados nos pressupostos freireanos – com relação às vertentes europeia e norte-americana.

Cabe fazer presente, pois, que a execução de aulas sob as bases teórico-metodológicas da abordagem de temas com ênfase CTS traz resultados satisfatórios no que diz respeito à formação de cidadãos capazes de promoverem o desenvolvimento pessoal e social do aluno como parte de uma educação para a cidadania, configurando um ensino de ciências no pós-mudança conceitual ao proporcionar um olhar para educação científica que não é só educação em ciências,

mas também educação sobre ciência.

Por fim, a partir desse estudo, aponta-se para reflexões voltadas para a possibilidade de investigar factíveis articulações entre as práticas educativas mencionadas nesse trabalho e as atividades sugeridas pelos livros-texto no ensino de ciências da educação básica formal. Outra possibilidade seria avaliar a viabilidade das propostas didáticas encontradas nos trabalhos de brasileiros, espanhóis e portugueses, acompanhando sua efetivação em sala de aula.

### Referências bibliográficas

ALVES-MAZZOTI, A. J. e GEWANDSZNAJDER, F. (1998): *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa qualitativa*, São Paulo, Pioneira.

AULER, D. (2002): *Interações entre Ciência - Tecnologia - Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências*, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina.

AULER, D. (2007): "Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto Brasileiro", *Ciência & Ensino*, vol. 1, nº especial, pp. 1-20.

BARDIN, L. (2011): *Análise de Conteúdo*, São Paulo, Edições 70.

BARNES, B. (1986): *Kuhn y las ciencias sociales*, México, FCE.

BENÀSSAR ROIG, A. A., VÁQUEZ, A., MANASSERO, M. A. e GARCÍA-CARMONA, A. (2010): *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica, Madrid, Organización dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura*.

CRUZ, S. M. S. C. S. e ZYLBERSZTAJN, A. (2005): "O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos", em M. Pietrocola: *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*, Florianópolis, Editora da Universidade Federal de Santa Catarina.

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. P. (1991): *Física*, São Paulo, Cortez.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. C. A. (2002): *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*, São Paulo, Cortez.

GARCÍA, M. I. G., CEREZO, J. A. L. e LUJÁN, J. L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.

GORDILLO, M. M. et al. (2003): *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*, Florianópolis, Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura.

GORDILLO, M. M. *et al.* (2009): *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Madrid, Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura.

HUNSCHE, S., DALMOLIN, A., ROSO, C. C., SANTOS, R. A. dos e AULER, D. (2009): “O enfoque CTS no contexto brasileiro: caracterização segundo periódicos da área de educação em ciências”, VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 de novembro.

LAVILLE, C. e DIONNE, J. (1999): *A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*, Porto Alegre, Artmed.

MARTINS, I. P. e PAIXÃO, F. (2011): “Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência”, em W. L. P. Santos e D. AULER (orgs.): *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*, Brasília, Editora UnB.

OLIVEIRA, E., ENS, R. T., ANDRADE, D. B. S. F. e MUSIS, C. R. (2003): “Análise de conteúdo e pesquisa na área de educação”, *Revista Diálogo Educacional*, vol. 4, nº 9, pp. 11-27.

SANMARTÍN, J. (1990): *Tecnología y futuro humano*, Barcelona, Anthropos.

246 SANTOS, W. L. P. O. (1992): *Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. (2000): “O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira”, *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 2, nº 2, p. 1-23.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. (2001): “Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências”, *Ciência & Educação*, vol. 7, nº 1, pp. 95-111.

SANTOS, R. A. e HUNSCHE, S. (2012): “Abordagem temática: Alguns resultados de implementações”, *Travessias*, vol. 6, nº 1, pp. 295-312.

SANTOS, W. L. P. e MORTIMER, E. F. (2002): “Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciências – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira”, *Ensaio*, vol. 2, nº 2, pp. 1-23.

SCHEPPER, R. (2014): *Projetos Temáticos e Enfoque CTS na Educação Básica: Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros, Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos de CTS*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá.



SILVA, L. F. e CARVALHO, L. M. (2007): "A Temática Ambiental e o Processo Educativo: o ensino de Física a partir de temas controversos", *Ciência & Ensino*, vol. 1, nº especial, pp. 1-12.

STRIEDER, R. B. (2008): *Abordagem CTS e ensino médio: espaços de articulação*, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.

STRIEDER, R. B. (2012): *Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas*, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

WATANABE, G. (2008): *Elementos para uma Abordagem Temática: a questão das águas e sua complexidade*, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo.

WINNER, L. (1987): *La ballena y el reactor*, Barcelona, Gedisa.

### **Artigos que compõem o corpus documental da presente investigação**

ALBALADEJO, C. *et al.* (2008): "Os organismos transgênicos: uma proposta para o desenvolvimento da competência científica no Ensino Secundário Obrigatório (ESO)", I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

AVIÀ, R. M. M. *et al.* (2008): "Atividades para a Secundária sobre Radioatividade e os Isótopos desde uma Perspectiva CTS", I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

247

BONIL, J. *et al.* (2008): "A água está sempre em equilíbrio? Uma oficina sobre a gestão da água do ponto de vista do consumo e da educação para a sustentabilidade", I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

BONIL, J. *et al.* (2008): "O chocolate é doce para toda a gente?: Apresentação de uma experiência em torno de um conflito de Interesses", I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

DUSO, L. *et al.* (2010): "A Ressignificação do Processo de Aprendizagem Utilizando Projetos Integrados em Sala de Aula", II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

ERLETE, S. V. e SANTOS, W. L. P. (2008): "Análise de uma abordagem de um tema CTSA em uma escola pública", I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

FAGUNDES, S. M. K. e AULER, D. (2010): "Tema polêmico em aulas de biologia: células-tronco", II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

GONZALES, I. M. *et al.* (2012): “Desenvolvimento de Conceitos e Valores na Decisão sobre o Uso De Drogas”, III Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Madri, 28, 29 e 30 de setembro.

LAMARQUE, T. (2010): “A Perspectiva CTS/CTSA no estudo da termodinâmica a partir do tema “aquecimento global””, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

LÓPEZ, A. B. *et al.* (2008): ““O Consumo de Água de Bebida Engarrafada” como Contexto para Desenvolver Propostas de Alfabetização Científica”, I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

MARTINS, I. *et al.* (2008): “Um Projeto em Parceria entre professores e Investigadores em Didática das Ciências: as Chuvas Ácidas numa Aula da Área Curricular de Ciências Físicas e Naturais”, I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

MENDES, J. *et al.* (2012): “Uma Iniciativa para a promoção da literacia científica na disciplina de ciências físico-químicas do 3.º Ciclo do ensino básico”, III Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Madri, 28, 29 e 30 de setembro.

248

MEZZACAPPA, G. G. *et al.* (2012): “Educação para Lidar com Resíduos como Parte da Educação para o Consumo Ético, Solidário e Responsável: uma Proposta Didática para o Ensino Fundamental”, III Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Madri, 28, 29 e 30 de setembro.

MORENO, D. F. S. (2010): “Contribuições da abordagem de uma questão sociocientífica na educação de adultos”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

MUNDIM, J. V. *et al.* (2012): “O Uso de um Tema CTS em Aulas de Ciências Naturais para Propiciar a Percepção da Articulação entre o Conhecimento Científico e Situações de Vivências dos Alunos”, III Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Madri, 28, 29 e 30 de setembro.

PITANGA, A. F. (2010): “Energia nuclear: matriz energética viável a produção de energia elétrica? Um enfoque CTS para o estudo de radioatividade”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

REGIANI, A. M. *et al.* (2010): “Biodiesel como Eixo Temático para Desenvolvimento de Conteúdos de Química”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

RICHETTI, G. P. *et al.* (2008): “Contextualizando Conteúdos de Química com a Temática da Automedicação”, I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

SANTANA, T. A. *et al.* (2008): “Por que nos Alimentamos? Análise de uma Sequência Didática Estruturada Segundo referenciais do Movimento CTS”, I Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Aveiro, 3, 4 e 5 de julho.

SANTOS, R. A. (2010): “Enfoque CTS e Paulo Freire: referenciais para repensar a educação em ciências”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

SILVA, L. C. M. *et al.* (2010): “A Radioatividade como Tema em uma perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade com Foco em História e Filosofia da Ciência”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

SILVA, P. A. V. B. e ARAÚJO, M. S. T. (2010): “Educar pela pesquisa na prática do ensino médio: uma proposta de educação ambiental sob enfoque CTSA no município de Barueri-SP”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

SOUZA, A. J. *et al.* (2010): “A Produção De Raios X Em Uma Unidade Hospitalar Abordada Por Meio Do Enfoque Ciência, Tecnologia E Sociedade (CTS) Em Aulas De Física No Ensino Médio”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

249

VIDINHA, R. M. e NOGUEIRA, C. (2010): “Biocombustíveis como uma alternativa para o ensino de química”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.

WATANABE, G. *et al.* (2010): “A questão do aquecimento global na perspectiva CTS: elementos para sua implementação”, II Seminário Ibero-Americano Ciência-Tecnologia-Sociedade no Ensino das Ciências, Brasília, 19, 20 e 21 de julho.



## **Materiales y artefactos como *affordances***

### **Materiais e Artefatos como *Affordances***

### ***Materials And Artifacts As Affordances***

**Radamés Villagómez Reséndiz \***

251

Si bien la ecología de materiales apela a la noción de *affordances* como una manera de explicar la cultura sin reificarla como fenómeno mental, un modelo de evolución cultural basado en *affordances* requiere tomar en serio el tipo de estructuras que sustentan procesos de aprendizaje y cultura tecnológica. El presente trabajo hará explícitos dos problemas con la ecología de materiales: la normatividad de las *affordances* y la historicidad de las técnicas. Si pensamos las *affordances* como funciones, y si concedemos que éstas involucran el establecimiento de técnicas y habilidades (por ejemplo, algún tipo de normatividad dependiente de una historia de desarrollo), entonces la percepción de las *affordances* dependerá no sólo de revelación, sino de entrenamiento en técnicas y habilidades que respondan a ciertos dispositivos más allá de los materiales, a saber: los artefactos. A la luz de una antropología de la tecnología, se sugerirá el concepto procesual de función como mediador de las *affordances* entre materiales y artefactos.

**Palabras clave:** *affordances*, normatividad, historicidad, artefactos

\* Magíster en estudios sociales de ciencia y tecnología, Instituto de Investigaciones Filosóficas (IIF), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente cursa el doctorado en el posgrado de Estudios Mesoamericanos UNAM en el área de antropología de la tecnología. Correo electrónico: scorphylum@gmail.com. Este artículo está basado en la investigación de tesis de maestría que el autor realizó en la UNAM, con apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Embora a “ecologia dos materiais” apele para a noção de *affordances* como um modo de explicar a cultura sem reificá-la como fenômeno mental, um modelo de evolução cultural baseado em *affordances* requer considerar seriamente o tipo de estruturas que sustentam processos de aprendizagem e cultura tecnológica. O presente trabalho explicitará dois problemas com a ecologia de materiais: a normatividade das *affordances* e a historicidade das técnicas. Pensando as *affordances* como funções, e admitindo que estas envolvem o estabelecimento de técnicas e habilidades (por exemplo, algum tipo de normatividade dependente de uma história de desenvolvimento), a percepção das *affordances* dependerá, então, não apenas de revelação, mas de treinamento em técnicas e habilidades que respondam a certos dispositivos para além dos materiais, nomeadamente: os artefatos. À luz de uma antropologia da tecnologia, será sugerido o conceito processual de função como mediador das *affordances* entre materiais e artefatos.

**Palavras-chave:** *affordances*, normatividade, historicidade, artefatos

*Even if the ecology of materials relies on the concept of affordances to explain a culture without objectivizing it as a mental phenomenon, a model of cultural evolution based on affordances requires taking the structures that support the learning and technological culture processes seriously. This paper focuses on two problems related to the ecology of materials: affordances' standardization and the history of techniques. If affordances are considered functions, and if we accept that this would mean implementing techniques and skills (for example, some sort of standardization based on the history of how it developed), then the perception of affordances will depend not only on the display of but rather the training in techniques and skills dependent on certain devices other than the materials, namely: artifacts or deliverables. The perspective of technology anthropology puts forth the processing concept of function as a mediator between materials and artifacts.*

252

**Key words:** *affordances*, standardization, historicity, artifacts

## Introducción

La ecología de los materiales propuesta por Tim Ingold en diversas partes de su obra posee una dimensión ontológica y otra de índole cognitiva, las cuales han tenido consecuencias en antropología, a partir del concepto de cultura. Dicho enfoque supone una crítica a la noción de “cultura material” al apuntalar la importancia de los propios materiales como factor explicativo de procesos culturales (Ingold, 2000, 2007a y 2011). Dado que una filosofía de la tecnología precisa de una filosofía de la acción, y una filosofía de la acción depende de una filosofía cognitiva, entonces una filosofía de la tecnología se verá enriquecida a través de una aproximación cognitiva. En esa dirección, un presupuesto cognitivo central de la ecología de materiales consiste en la noción de *affordances* como una manera de explicar la cultura sin reificarla como fenómeno mental, donde la noción de reificación guarda distancia de las nociones de propiedad y de producción, así el sentido crítico de *affordances* apunta al rechazo de la consideración de la cultura independiente de la acción tecnológica.

Un modelo de evolución cultural basado en *affordances* debe tomar en serio no sólo cómo se percibe en el ambiente de manera general, como Ingold sugiere, sino además el tipo de estructuras que sustentan procesos de aprendizaje (por ejemplo, prácticas), a fin de dar cuenta de las maneras (forma y desarrollo) en las que los materiales son cultivados (por ejemplo, devienen cultura tecnológica). En esa dirección, nos interesa mostrar que dicha ecología de materiales soslaya dos aspectos, a saber: por un lado, Ingold utiliza una noción generalizada de *affordances*, concebidas como propiedades relacionales y procesuales, y no distingue en su relato diferentes nociones de este concepto que contribuyan a echar luz sobre la normatividad inherente a las habilidades (Chemero, 2009); por otro lado, la ecología de materiales soslaya la historicidad de las técnicas, la cual resulta fundamental para entender la evolución cultural no sólo de los materiales, sino también de los artefactos (Barnet, 2006).

El argumento consiste en que, si las *affordances* performan algún tipo de función, y si ésta involucra el establecimiento de técnicas y habilidades (por ejemplo, algún tipo de normatividad dependiente de una historia de desarrollo), entonces la percepción de las *affordances* dependerá no sólo de revelación, como arguye Ingold, sino de práctica y entrenamiento en técnicas y habilidades, esto es: del grado de involucramiento sobre cómo funcionan ciertos dispositivos más allá de los materiales, a saber: los artefactos. En ese sentido, sugerimos la relevancia del concepto procesual de función, a la luz de una antropología de la tecnología como articulador de normatividad e historicidad (Lemonnier, 1992). Cabe subrayar el carácter constitutivo, más no reductivista, del concepto procesual de función dentro de los sistemas tecnológicos que sustentan y transforman los materiales a través de las técnicas. Así, los artefactos devienen resultado de procesos que involucran técnicas y materiales y, por ende, forman parte de la misma ontología relacional múltiple de las *affordances*. Como resultado de esta crítica, la ontología ecológica se verá enriquecida en la medida que la percepción de las *affordances* promueve una metafísica de superficies, concebida como una ontología de características (artefactos) y no sólo de propiedades relacionales (materiales).

## 1. Ecología de materiales y *affordances*

La ecología de materiales ha influenciado recientemente áreas como la antropología cognitiva y la antropología de la tecnología, a través del concepto de *affordances*; no obstante, su pretensión ontologizante resulta insuficiente en virtud de una falta de claridad respecto a sus presupuestos cognitivos, por lo que es necesaria una crítica a la ecología de materiales, a fin de robustecer una ontología que considere los sistemas de aprendizaje o procesos de adquisición de habilidades a través de los cuales las *affordances* son cultivadas y desarrolladas como cultura tecnológica (por ejemplo, evolución de los artefactos). En particular, dicha crítica busca apuntalar un enfoque evolutivo más allá del aspecto genealógico o seleccionista (por ejemplo, adaptacionista) sobre los artefactos.

El concepto de *affordances* fue desarrollado por James Gibson en la década de los 80 como una manera alternativa de dar cuenta del fenómeno de la percepción, más allá de las teorías estándar basadas en la sensación. La clave se encuentra en la caracterización del ambiente a partir de la información disponible en éste, el cual es definido como las superficies que separan las sustancias del medio en el que los animales viven. Puesto que la información se encuentra en las superficies, eso implica que los valores y significados de las cosas en el ambiente se pueden percibir directamente. En ese sentido, las *affordances* son tanto un hecho del ambiente como un comportamiento que no depende la conciencia privada, sino de la percepción directa del entorno (Gibson, 1979).

254

Ingold presupone una visión de las *affordances* concebida no sólo como oportunidades para la acción, sino también como propiedades relacionales para hacer hincapié en que los aspectos ecológicos de los materiales son algo más que propiedades físicas, estos últimos asociados a las sustancias (Ingold, 2000). Si bien es cierto que la ecología de materiales ha contribuido de manera importante a la antropología social contemporánea, tomaremos como punto de partida algunas críticas que se le han hecho recientemente, no sólo desde la propia antropología, sino desde diversas ciencias sociales como la arqueología o la etnografía (Miller, 2007; Knappett, 2007; Tilley 2007; Chua y Salmond, 2012). Básicamente, estas críticas guardan en común el descontento con una antropología divorciada de la experiencia etnográfica, así como una reticencia a aceptar la relevancia ecológica de los materiales, consecuencia de una interpretación empirista de la propuesta de Ingold. Sin embargo, más allá de estas críticas en torno a la materialidad, el presente análisis busca ofrecer una alternativa para entender qué son las *affordances*, situada desde la antropología de la tecnología (Lemonnier, 1992).

## 2. Algunos problemas con una ecología de materiales

En lo que respecta a la arqueología, si bien la visión de Tilley (2007) es consonante con la propuesta de Ingold sobre la importancia de los materiales, no considera la inutilidad de una noción de materialidad y, de hecho, arguye que la tónica que utiliza Ingold es inadecuada porque promueve un efecto peyorativo y reaccionario contra los estudios de cultura material. De acuerdo con Tilley, la perspectiva “empirista” (física,



biológica y geológica) no permite entender el significado de la experiencia humana de los objetos. El carácter interpretativo del concepto de materialidad resulta necesario, porque permite situarnos más allá de la perspectiva empirista de la “materia en bruto” al considerar directamente los significados de las relaciones de los objetos con las personas y con contextos sociopolíticos.

Por otro lado, tanto el trabajo de Miller (2007) como el de Chua y Salmond (2012) convergen en denunciar que la ecología de materiales soslaya la importancia del trabajo etnográfico, el cual es imprescindible para la antropología, pues las nociones del sentido común sobre las cosas no pueden obviarse y deben tomarse en cuenta. En particular, Miller arguye a favor de la vigencia contemporánea de las etnografías de la materialidad, puesto que el tipo de objetos que pueblan nuestro mundo actual no se agota únicamente en materiales como las piedras, sino que comprende, además, los significados que portan todo tipo de artefactos domésticos, así como los coches, los celulares y las casas, entre otros.

Asimismo, otro comentario crítico a la ecología de materiales señala la relevancia de la noción de materialidad para entender la intersección de lo social y lo material, ésta es la propuesta de Carl Knappett (2007), cuyo planteamiento parte de la discusión entre Latour y Lemonnier sobre la agencia del hombre con el arma, donde, a diferencia de Lemonnier, la Teoría del Actor-Red concibe una agencia simétrica entre el hombre y el arma, dando como resultado una nueva entidad, el pistolero (Latour, 1996). Knappett simpatiza con Latour porque considera que el concepto de materialidad subyace a esta agencia simétrica de los actantes. En contraste, sugiere que Ingold y Lemonnier ofrecen enfoques empiristas afines, puesto que ambos afirman que toda clase de materiales poseen propiedades que pueden ser descritas independientemente de las particularidades de un contexto social, tal como la cera exudada de las abejas, así como las plumas de las aves o los huesos de los peces.

255

Efectivamente, tanto Ingold como Lemonnier están en desacuerdo con la TAR de Latour; sin embargo, hay más bien una disonancia entre las propuestas del propio Ingold y de Lemonnier. A diferencia de las críticas anteriores, nuestra preocupación por los sistemas de aprendizaje que involucran prácticas más allá de una ecología de materiales no apela a la reivindicación de una noción de materialidad, puesto que la interpretación empirista del enfoque ecológico es incorrecta, en la medida que las “propiedades” que exhiben las *affordances* no son propiedades físicas, sino características relacionales, donde esta ontología relacional rompe con los dominios (por ejemplo, natural-cultural) de la percepción y la abre al entorno. No obstante, caracterizar la adquisición de habilidades (por ejemplo, la educación de la atención) únicamente en términos de las características relacionales de las *affordances* es insuficiente. Para apuntalar lo anterior, adelante veremos que la ecología de materiales difiere de la antropología de la tecnología (Lemonnier, 1992), en la medida que Ingold soslaya la relevancia de ciertos aspectos ecológicos que exhiben las *affordances*, a saber: características técnicas vinculadas a los artefactos.

### 3. La normatividad de las *affordances*

Si bien la ecología de los materiales apela a la percepción de *affordances* como una manera de rastrear las trayectorias históricas de los materiales, evitando las connotaciones empiristas que se le atribuyen, existen algunas limitaciones de esta caracterización de *affordances* cuyo replanteamiento vincularemos con una antropología de la tecnología (Lemonnier, 1992). Si la dimensión ecológica de las *affordances* va más allá de meras características relacionales, es necesario abordar el problema del tipo de estructuras que sustentan procesos de aprendizaje específicos (por ejemplo, prácticas), a fin de dar cuenta de la forma y el desarrollo en las que los materiales son cultivados correctamente, es decir: las maneras en las que se establece la normatividad técnica de los artefactos.

Una debilidad del argumento de Ingold refiere a que no da cuenta de cómo distinguir si la adquisición de habilidades es lograda efectivamente, en otras palabras, no proporciona pautas para saber si la percepción exitosa de las *affordances* conlleva la adquisición correcta de cierta habilidad. Dicha debilidad del argumento se debe en parte a que Ingold hace uso de una noción generalizada de *affordances*, sin caracterizar diferentes tipos que soporten la heterogeneidad y normatividad involucrada en los procesos sociales de adquisición de habilidades. De acuerdo con Chemero (2009), afirmar que las *affordances* son propiedades disposicionales del ambiente es afirmar que el ambiente es tal que, en determinada circunstancia, ciertas propiedades devienen manifiestas. Es interesante el relato de Chemero en la medida que ofrece una manera de pensar la normatividad intrínseca a las *affordances*: “Los individuos con habilidades particulares se comportan de maneras específicas, y pueden fallar al hacerlo. Las disposiciones, por el contrario, nunca fallan, son o no son en circunstancias apropiadas para devenir manifiesta” (Chemero, 2009: 145).

256

Por ejemplo, el azúcar sólido soluble siempre se disolverá en agua, mientras que no ocurre lo mismo con la técnica de soplar el vidrio, aunque las condiciones de temperatura sean adecuadas; la adecuación de la temperatura depende de cierta habilidad, lo cual es una condición necesaria pero no suficiente en la técnica del soplado del vidrio. Según el autor, las habilidades pueden distinguirse de las disposiciones porque son portadoras de aspectos inherentemente normativos; a partir de lo anterior, el argumento puede desenvolverse de la siguiente manera. Si la percepción de *affordances* resulta del desarrollo de habilidades y, si éstas exhiben cierta normatividad, entonces es posible afirmar que la percepción correcta de *affordances* depende de dar cuenta de qué tipo de normatividad subyace a las técnicas.

### 4. La historicidad de las técnicas

Un aspecto concomitante a la importancia de la normatividad, y hasta cierto punto una manera de explicarla, refiere al tipo de historicidad que exhibe el fenómeno técnico, es decir: la forma en que se da el mantenimiento a lo largo de generaciones de cierta manera de involucrarse funcional, estilística y tecnológicamente con los materiales.

La normatividad técnica, en efecto, responde a la atribución de valores instrumentales y a la noción de uso correcto de un artefacto técnico (Lawler, 2003).

La normatividad sirve a la estabilización de prácticas técnicas en un determinado periodo de tiempo, como se ejemplifica en un gran invento como el torno de alfarero, el cual tuvo lugar hacia el 3000 a.C., y desde entonces no se produjo en el modelado ningún progreso técnico de importancia revolucionaria hasta el siglo XIX d.C. (Derry *et al.*, 2006). En otras palabras, la historicidad de las técnicas es atinente a cómo han cambiado y se han estabilizado diversas prácticas a lo largo del tiempo, esto es, sobre cómo han evolucionado culturalmente. La noción de Ingold de seguir las trayectorias de los materiales, si bien no se basa en un enfoque genealógico, sí promueve una perspectiva historicista y evolucionista. Cabe mencionar que el autor no promueve la historicidad de las trayectorias materiales bajo la noción de descendencia.

En ese sentido, es claro el distanciamiento que guarda respecto a la teoría evolutiva de Darwin. Este distanciamiento es clave para entender el sentido de evolución cultural, el cual difiere de los enfoques que se desprenden de la sociobiología. Tanto la ecología del comportamiento, la psicología evolutiva, la memética y la Teoría de la Herencia Dual presuponen una noción informacional de cultura, a fin de manejarla bajo la forma de ítems discretos. De esta manera, es posible importar la metodología de la genética de poblaciones a cuestiones culturales (Laland *et al.*, 2002; Boyd y Richerson, 2005). Cabe destacar que estas aproximaciones han sido criticadas tanto por soslayar un estado del arte en la investigación antropológica, como por responder únicamente a cuestiones relativas a cómo ciertos rasgos culturales son distribuidos o diseminados en una población cuando dichos rasgos ya existen, sin explicar por qué han surgido (Ingold, 2007b; Sober, 1992).

257

Para Ingold, las líneas históricas deben pensarse como algo más que conexiones entre ancestros y descendientes, ya que, de acuerdo al modelo genealógico, este tipo de conexiones da cuenta de la transmisión y transportación de información, bajo una forma representacional (Ingold, 2007b). La ecología de materiales sugiere replantear nuestro entendimiento del pasado, no como una serie de puntos que han quedado atrás, sino como algo que permanece presionando hacia el futuro, a través del trabajo de la memoria, que ayuda a su vez a trazar la propia línea.

En este tenor, resulta muy interesante el trabajo de Belinda Barnet (2006) sobre la evolución de los artefactos como un enfoque afín y complementario a la ecología de materiales, el cual ofrece una manera de pensar la historicidad de las técnicas, alejándose del modelo genealógico. La autora intenta mostrar una dinámica de la técnica que no se asiente ni en lo biológico ni en lo cultural, sino que garantice al objeto técnico su dimensión material, esto es: sus propios límites y resistencias. Barnet sugiere pensar la evolución de los artefactos en términos de linajes y diagramas. Sin embargo, y en consonancia con Ingold, sugiere poner un límite a las metáforas genealógicas. De acuerdo a la autora, los artefactos y sus innovaciones involucran una radiación explosiva de nuevas especies (por ejemplo, artefactos), las cuales pueden reaparecer con nuevos diseños, importando de otras ramas y rápidamente evolucionando en una generación única.

En ese sentido, la evolución de las máquinas técnicas es distinta a la evolución biológica en tanto para la primera no hay extinción total y nada es irrevocable (Barnet, 2006). Más aún, es la relación entre memoria y técnica la que constituye una tensión que marca una ruptura con la evolución genética. En el fondo, Barnet da cuenta de la historia de los artefactos técnicos, donde éstos no resultan de la pura invención individual de los seres humanos, quienes tienen un acceso epistémico privilegiado a una memoria trascendente y predeterminada. De acuerdo a la autora, la memoria técnica descansa en una estructura que es propia y mayor que la memoria individual, una estructura de conservación y sedimentación de epigénesis sucesivas (Barnet, 2006). Dicha estructura exhibe una dinámica y designa una nueva relación entre el organismo y su ambiente, donde las técnicas constituyen soportes de inscripción de memoria. Cabe mencionar que lo que da sentido al relato de Barnet son justo dos conceptos provenientes del prehistoriador André Leroi-Gouhran: la dinámica técnica como cadena operatoria, y la evolución de los artefactos a través de la memoria en expansión (Leroi-Gouhran, 1971).

La constitución de la memoria en expansión domina los problemas de evolución como un proceso de exteriorización a través de las técnicas. Para Leroi-Gouhran, la evolución de las técnicas está en perpetua transformación, puesto que la exteriorización de éstas (o la memoria en expansión) involucra la puesta en marcha de la cadena operatoria. La noción de cadena operatoria es concebida como procesos temporalmente extendidos, los cuales involucran estadios diferenciados y tomas de decisión que se concatenan para la ejecución correcta de una o varias técnicas. Por ejemplo, en la cestería antigua, parte de la cadena operatoria consistía en obtener un hilo utilizable; las fibras, del material que fuesen, ya fuera lino, cáñamo o junco, debían ser paralelamente estiradas y retorcidas hasta formar un hilo continuo. Tal proceso de hilado debió conseguirse frotando las fibras entre las manos; luego entre una mano y el muslo, dejando libre una mano para controlar el haz de fibras enmarañadas, éstas entonces se devanaban sobre un palo de madera, el cual evolucionó hacia el huso de madera, en el sentido que dejó de ser útil solamente para evitar enredos y su uso se amplió como medio de hilar la fibra (Derry *et al.*, 2006).

En la medida que la memoria en expansión y la cadena operatoria no constituyen una lógica universal que dirige la evolución de la técnica como un sistema, Barnet otorga cabida para la descripción y circunscripción particular de las técnicas; en ese sentido, tanto la memoria en expansión como la cadena operatoria permiten reparar en las características técnicas de las *affordances* distintivamente históricas. Sin embargo, el concepto de cadena operatoria únicamente sugiere una dinámica para caracterizar la evolución de las técnicas, pero no da cuenta de la especificidad de los artefactos. Simplemente parece suponer el desarrollo de las técnicas, donde la herramienta y el gesto se corporizan en la máquina. A continuación sugeriremos una caracterización procesual del concepto de función que sirva para articular la normatividad y la historicidad de las *affordances* que proveen los artefactos, es decir, un regulador de *affordances* entre materiales y artefactos. Esta caracterización del concepto de función es consonante con algunos aspectos de la antropología de la tecnología de Lemonnier (1992), en particular con la noción de sistemas tecnológicos, los cuales sustentan y transforman los materiales a través de las técnicas. A partir de

dicha noción, los artefactos devienen resultado de la relación entre técnicas y materiales, como parte de la misma ontología relacional múltiple: *affordances*.

## 5. El concepto procesual de función como articulador de normatividad e historicidad

Tanto la normatividad como la historicidad de las técnicas son dos aspectos constitutivos de la percepción de *affordances*, cuya articulación es posible a través de cierta caracterización del concepto de función. La noción de función que buscamos apuntalar no sólo complementa el enfoque de Ingold, sino que va más allá en la medida que da cuenta del carácter normativo e histórico de la relación entre habilidades, técnicas y materiales. Dicha relación normativa e histórica promueve un modelo evolutivo (no genealógico) de la cultura, especialmente de los artefactos. Un aspecto que no se puede soslayar al apelar al concepto de función consiste en que, al menos en el dominio de la filosofía de la biología, éste ha sido utilizado para caracterizar una discusión entre quienes abrazan una visión mecanicista y aquellos quienes se inclinan por una concepción historicista de la atribución de funciones (Allen *et al.*, 1998; McLaughlin, 2003).

En el marco de esta discusión, la acción de bombear sangre efectuada por el corazón es explicada a través del concepto de función de dos maneras: de acuerdo a una distinción introducida por Ernst Mayr hace algunas décadas, la cuestión de cómo funciona el corazón es respondida por la visión mecanicista al señalar las causas próximas, mientras que la cuestión de por qué hay un órgano (corazón) que funciona de cierta manera es explicada por la postura histórico-genealógica, apelando a la noción de adaptación o ancestría (Mayr, 1961). No obstante, tal distinción no es adecuada para el presente relato sobre los artefactos, porque el concepto procesual de función no descansa en una historicidad genealógica, sino técnica. Como se ha visto anteriormente con la propuesta de Barnet, la evolución técnica es distinta de la biológica porque los artefactos constituyen “especies” cuya extinción no es irreversible, pues, a lo largo de la historia del diseño de artefactos, algunas “formas” que se consideraban perdidas pueden emerger de nuevo.

259

De acuerdo a Chemero, las *affordances* son evolutivas y ecológicas, pero no seleccionistas, puesto que una visión seleccionista o genealógica no hace justicia a la mutualidad o reciprocidad de los animales y el ambiente, bajo una perspectiva sistémica y dinámica (Chemero, 2009). Si pensamos los artefactos como *affordances*, y si concedemos que éstas están vinculadas a una dinámica evolutiva no meramente seleccionista (por ejemplo, desarrollo), entonces será posible sugerir un modelo evolutivo de los artefactos que no responda a relaciones simples de ancestro-descendiente.

Ahora, si las *affordances* son constituidas por funciones y si éstas involucran el establecimiento de técnicas y habilidades en un periodo de tiempo, entonces la percepción de las *affordances* depende no sólo de “revelación”, como arguye Ingold, sino de entendimiento histórico y normativo de las técnicas y habilidades. Cuando se

habla de función en biología, basada en la distinción tradicional anteriormente mencionada (preguntas del cómo y del por qué), las cuestiones del cómo suelen referir a áreas de investigación como la fisiología, mientras que las cuestiones del por qué conciernen supuestamente a la sistemática. En contraste, la importancia de la biología del desarrollo consiste en incorporar otros campos de estudio como la embriología, la morfología biológica, la arqueología o la paleoantropología, cuyos objetos de estudio exhiben diferente grado de historicidad, al mismo tiempo que recurren al concepto de función como recurso explicativo. Si bien la noción de función no es la única manera de articular la normatividad y la historicidad de los artefactos concebidos como *affordances*, es provechosa la diseminación de su uso para corregir el prejuicio positivista respecto a un recurso explicativo que permite vincular campos de investigación afines como la biología y la tecnología.

Defendemos una noción de función que permita reparar en la historicidad y normatividad de los artefactos, es decir, una función técnica. Asimismo, y haciendo uso de una analogía con la biología del desarrollo, las *affordances* funcionales que proveen los artefactos no dependen de una relación uno a uno entre el diseño mental y un dispositivo material cuya consideración se limita a la información bajo la forma de instrucciones. Por el contrario, la función de los artefactos concebidos como *affordances* depende del desarrollo, así como también de la historia del diseño, el distribuidor, el usuario, el desecho y el reusar de ciertos dispositivos, dependiendo del desarrollo de sus materiales, así como de estructuras de aprendizaje (por ejemplo, ambientales) que sustentan un ciclaje y reciclaje de prácticas.

260

La noción de función técnica es de carácter procesual, la cual difiere de la de autores en filosofía de la tecnología como Lawler (2003), quien presupone que todo análisis de los artefactos distingue únicamente dos tipos de características: propiedades físicas y funcionales. La noción procesual de función técnica sugiere que una posibilidad de pensar los artefactos como *affordances* radica en concebirlos, en principio, como parte de la ontología ecológica de Ingold, cuya consideración va más allá de las propiedades físicas, hacia una ontología relacional. No obstante, no se pierda de vista que la ontología ecológica no da cabida para articular artefactos y funciones, puesto que para Ingold el concepto de función trae consigo connotaciones reduccionistas y mentalistas que se oponen a la percepción directa que subyace a los materiales como *affordances*.

Por ejemplo, Chemero arguye que percibir cada “situación como un todo” posee un conglomerado de características y que, a su vez, esa totalidad demanda una cierta clase de acción. De entre aquello de lo que se tiene experiencia son básicamente relaciones entre cosas, de tal manera que las relaciones son reales, con el mismo status que las cosas que sustentan esa relación. Las *affordances* son relaciones entre animales y características de situaciones como una totalidad. En ese sentido, identificar la función técnica depende de reconocer una ontología de características que se despliegan en una situación, no de propiedades relacionales. La importancia de identificar situaciones posibilita habitar una diversidad de entornos en términos de prácticas tecnológicas de aprendizaje. Esto contribuye a delinear una ontología de características, cuya aplicación se muestra en relación a la noción de sistemas

tecnológicos de Lemonnier (1992), la cual constituye una plataforma conceptual importante para reforzar el concepto procesual de función técnica, más allá de cuestiones mecanicistas e historicistas en biología, y de la intencionalidad y el diseño mental en tecnología. El trabajo de Lemonnier consiste en un análisis en torno a etnografías de los sistemas tecnológicos, cuyos estudios de caso van desde la cultura material de sociedades en Papua Nueva Guinea hasta la aeronáutica en sociedades industriales. Los sistemas tecnológicos pueden concebirse como una totalidad en tanto involucran la importancia del contexto social, político y económico, así como el aspecto físico de la acción técnica sobre la materia y los materiales, la cual corresponde al desarrollo de artefactos.

Para que una acción sea tecnológica, necesita involucrar intervención física que resulte en una transformación real de la materia en términos de leyes físicas. No obstante, puesto que los materiales limitan las acciones de las personas, se necesita tomar en cuenta el conocimiento que la gente posee de su propio ambiente, así como también las clasificaciones implícitas o explícitas que aplican a los materiales disponibles (Lemonnier, 1992). No es nuestro interés agotar todos los matices de afinidad y diferencia entre las propuestas de Ingold y Lemmonnier, sino únicamente sugerir la relevancia explicativa del concepto procesual de función a la luz de una antropología de los sistemas tecnológicos. Cada sistema tecnológico comprende: materiales/materia, energía, objetos o herramientas, gestos y conocimiento específico; evidentemente, el concepto de función no exhibe atinencia explicativa para todos los componentes, a excepción por ejemplo de los objetos y el conocimiento específico. Así, efectivamente, hay aspectos de los sistemas tecnológicos que no se explican por la función. Justamente el uso moderado es el que permite repensar la noción procesual de función como una estrategia explicativa que no es exhaustiva, no tiene que depender necesariamente de la distinción causación próxima y última, ni tampoco de relatos sobre intencionalidad y diseño (Caponi, 2012).

261

Sin embargo, si nos tomamos en serio que el objeto y el conocimiento específico constituyen funciones en los artefactos, entonces la concepción de lo que es un artefacto debe ir más allá de consideraciones en torno a materiales/materia, por ejemplo retomando los valores o significados. Cabe reiterar que la consideración de Knappett sobre la afinidad del enfoque de Ingold y de Lemonnier no es del todo correcta, puesto que éste último apela a un tipo de percepción no directa, que limita y modela las acciones técnicas a través del concepto de representación social. Recordemos que Ingold apela a la percepción directa de las *affordances* y que no da cabida para un enfoque representacional. No obstante, el concepto procesual de función que en este trabajo ha sido valorado a la luz de los sistemas tecnológicos concebidos como una totalidad de características (por ejemplo, *affordances*) no apela necesariamente al concepto de representación social, sino al de prácticas. Los sistemas tecnológicos sustentan prácticas caracterizadas como sistemas de aprendizaje o procesos sociales de adquisición de habilidades, los cuales dan cuenta de una ontología de características que va más allá de una ecología de materiales, a saber, hacia la consideración de la heterogeneidad de andamiajes que resultan de estos procesos sociales, diferentes tipos de artefactos concebidos como *affordances*.

## Conclusiones

Abrevando de la antropología contemporánea, postulamos una crítica a la propuesta de Tim Ingold sobre una ecología de materiales, la cual ofreció una nueva manera de concebir la ontología del mundo a partir de la heterogeneidad de relaciones entre las cosas. La ontología ecológica concentra su atención en los materiales, porque es a través de sus trayectorias que es posible seguir sus historias y evitar la ponderación de la cultura como un fenómeno mental diferente de la naturaleza, haciendo uso del concepto de *affordances*.

Tomamos como punto de partida algunos cuestionamientos que se le han hecho desde la arqueología o desde las llamadas etnografías de la materialidad. Si bien situamos el alcance de estas críticas, al señalar que frecuentemente fueron la consecuencia de una interpretación empirista de la ecología de materiales, apelamos a éstas como un horizonte crítico, para hacer ver que la propuesta de Ingold no da cuenta de manera suficiente de sistemas de aprendizaje que soporten prácticas tecnológicas. Nuestro argumento consistió en que, si pensamos las *affordances* como funciones y si las funciones involucran el establecimiento de técnicas y habilidades (por ejemplo, algún tipo de normatividad dependiente de una historia de desarrollo), entonces la percepción de las *affordances* depende no sólo de revelación, como arguye Ingold, sino de práctica y entrenamiento en técnicas y habilidades, lo cual implica saber cómo funcionan ciertos dispositivos más allá de los materiales: los artefactos. Hecho esto, señalamos la relevancia del concepto procesual de función, a la luz de una antropología de la tecnología (Lemonnier, 1992) como articulador de normatividad e historicidad.

262

En particular, hicimos ver el carácter parcialmente constitutivo de la noción procesual de función dentro de los sistemas tecnológicos, los cuales comprenden la diversidad de situaciones o contextos que sustentan las prácticas transformadoras de los materiales a través de las técnicas. En ese sentido, se tornó clara la importancia de considerar los artefactos como resultado de la relación entre técnicas y materiales, así como parte de la misma ontología relacional múltiple: *affordances*. Con este trabajo, la ontología ecológica se ve enriquecida en la medida que la percepción de las *affordances* promueve una metafísica de superficies, concebida como una ontología de características (materiales, artefactos y sistemas tecnológicos) y no meramente de propiedades relacionales. Asimismo, una de las consecuencias más importantes para la filosofía de la tecnología radica en la articulación entre cognición (*affordances*) y acción situada en sistemas tecnológicos.

Es importante reconocer que la noción procesual de función no agota los elementos constitutivos de un sistema tecnológico, si bien pretende salvaguardar algunos como el conocimiento específico implícito y el objeto mismo, al margen de consideraciones exclusivas sobre la materia o los materiales. Si la noción procesual de función opera a partir de alguno de los elementos del sistema tecnológico, y si cada uno de estos elementos constituye artefactos, entonces podemos decir que el concepto de función comprende algunos tipos de artefactos que no son propiamente materiales, como por ejemplo los diagramas o los modelos. Finalmente, cabe señalar que la articulación de



la noción de *affordances* con el concepto de sistemas tecnológicos trae consigo implicaciones importantes para la filosofía de la tecnología y para los estudios de cultura material. Mientras que la filosofía de la tecnología se ve cuestionada en su tratamiento hermenéutico y constructivista sobre los objetos, los estudios de cultura material resultan sacudidos hasta los cimientos en tanto la noción de artefacto se despoja de su condicionamiento estrictamente material.

## Bibliografía

ALLEN, C., BEKOFF, M. y LAUDER, G. (1998): *Nature's Purposes Analyses of Function and Design in Biology*, MIT Press.

BARNET, B. (2006): "Do Technical Artefacts Evolve?", en A. Bradley y L. Armand (eds.): *Technicity, Praga, Litteraria Pragensia*, pp. 167-199.

BOYD, R. y RICHERSON, P. (2005): *The Origin and Evolution of Cultures*, Oxford University Press.

CAPONI, G. (2012): "Teleología Naturalizada: Los conceptos de función, aptitud y adaptación en la Teoría de la Selección Natural", *Theoria*, n° 76, pp. 97-114.

263

CHEMERO, A. (2009): *Radical Embodied Cognitive Science*, Londres, MIT.

CHUA, L. y SALMOND, A. (2012): "Artefacts in Anthropology", en R. Fardon, O. Harris, M. Nutall, C. Shore, T. Marchand, V. Strang y R. Wilson (eds.): *The SAGE Handbook of Social Anthropology*, pp. 101-114.

DERRY, T. K. y WILLIAMS, T. (2006): *Historia de la Tecnología desde la antigüedad hasta 1750, Siglo XXI*.

DIETLER, M. y HERBICH, I. (1998): "Habitus, Techniques, Style: An Integrated Approach to the Social Understanding of Material Culture and Boundaries", en M. Stark (ed.): *The Archaeology of Social Boundaries*, Washington D.C., Smithsonian Institution Press.

GIBSON, J. (1979): *The Ecological Approach to Visual Perception*, Boston, Houghton Mifflin.

INGOLD, T. (2000): *The Perception of the Environment Essays on livelihood, dwelling and skill*, Routledge, Londres.

INGOLD, T. (2007a): "Materials against Materiality", *Archaeological Dialogues*, vol. 14, n° 1, pp. 1-16.

INGOLD, T. (2007b): "The trouble with evolutionary biology", *Anthropology Today*, vol. 23, n° 2, pp. 13-17.

INGOLD, T. (2011): *Being Alive. Essays on Movement, Knowledge and Description*, Londres, Routledge.

KNAPPETT, C. (2007): "Materials with Materiality?", *Archaeological Dialogues*, vol. 14, n° 1, pp. 20-23.

LALAND, K. y BROWN, G. (2002): *Sense and Nonsense. Evolutionary Perspectives on Human Behaviour*, Oxford University Press.

LATOUR, B. (1996): *Aramis or The Love of Technology*, Harvard University Press.

LAWLER, D. (2003): "Las funciones técnicas de los artefactos y su encuentro con el constructivismo social en tecnología", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, vol. 1, n° 1, pp. 27-71.

LEMONNIER, P. (1992): *Elements for an Anthropology of Technology*, *Anthropological Papers, Museum of Anthropology*, n° 88, University of Michigan.

LEROI-GOURHAN, A. (1971): *El gesto y la palabra*, Universidad de Venezuela.

264 MAYR, E. (1961): "Cause and Effect in Biology", *Science, New Series*, vol. 134, n° 3489, pp. 1501-1506.

MCLAUGHLIN, P. (2001): *What Function Explain Functional Explanation and Self-Reproducing System*, Cambridge University Press.

MILLER, D. (2005): *Materiality*, Durham, Duke University Press.

SOBER, E. (1992): "Models of Cultural Evolution", en P. Griffiths (1992): *Trees of Life. Essays in Philosophy of Biology*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

TILLEY, C. (2007): "Materiality in Materials", *Archaeological Dialogues*, vol. 14, n° 1, pp.16-20.

DOCUMENTOS *CS*



## Datos abiertos en un mundo de grandes datos. Un acuerdo internacional ICSU-IAP-ISSC-TWAS \*

Geoffrey Boulton, Simon Hodson, Dominique Babini, Jianhui Li,  
Tshilidzi Marwala, Maria G. N. Musoke, Paul F. Uhler y Sally Wyatt \*\*

### 1. El mundo de los grandes datos (*big data*)

La revolución digital de décadas recientes es un evento histórico mundial tan profundo y más penetrante que la introducción de la imprenta. Ha creado una explosión sin precedentes en la capacidad de adquirir, almacenar, manipular y transmitir instantáneamente grandes y complejos volúmenes de datos, con profundas implicaciones para la ciencia.<sup>1</sup> La velocidad del cambio es formidable. En 2003 los científicos declararon que el mapeo del genoma humano estaba completo. Llevó más de diez años y costó un billón de dólares; hoy se tarda apenas unos días y cuesta una pequeña fracción de dicho monto (mil dólares). Los grandes volúmenes de datos (*big data*), de donde emanan flujos sin precedentes de datos desde y hacia los sistemas computacionales, y los datos amplios (*broad data*), en los que numerosos conjuntos de datos pueden ser semánticamente vinculados para crear significados más profundos, son los motores de esta revolución, ofreciendo nuevas oportunidades a las ciencias naturales, sociales y humanas.

267

---

\* La versión extendida de este acuerdo internacional está disponible en inglés en: <http://www.icsu.org/science-international/accord>.

\*\* *Geoffrey Boulton*: Universidad de Edimburgo, Escocia; presidente de CODATA y del grupo de trabajo que redactó este acuerdo internacional. *Simon Hodson*: director ejecutivo de CODATA. *Dominique Babini*: CLACSO y Universidad de Buenos Aires, Argentina. *Jianhui Li*: Academia China de Ciencias-CNIC. *Tshilidzi Marwala*: Universidad de Johannesburgo, Sudáfrica. *Maria G. N. Musoke*: Universidad de Makerere, Uganda. *Paul F. Uhler*: Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. *Sally Wyatt*: Universidad de Maastricht, Holanda, y eHumanities-KNAW.

1. La palabra "ciencia" se utiliza para referirse a la organización sistemática del conocimiento que se puede explicar racionalmente y aplicar en forma confiable. El concepto "ciencia" se utiliza, como en la mayoría de los idiomas distintos del inglés, para incluir todos los ámbitos, incluyendo las humanidades y las ciencias sociales, así como las disciplinas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y medicina, por sus siglas en inglés).

## **2. Las oportunidades**

Las oportunidades científicas de este mundo rico en datos residen en descubrir patrones que hasta ahora han estado fuera de nuestro alcance; en vincular y correlacionar mejor los diferentes aspectos de los sistemas para entender su comportamiento; en caracterizar la complejidad; y en la iteración entre descripciones del estado de sistemas complejos y simulaciones que pronostican su comportamiento dinámico. Hay muchas áreas de investigación donde estas capacidades son profundamente relevantes: en predicción meteorológica y climática; en la comprensión del funcionamiento del cerebro; en el comportamiento de la economía global; en la evaluación de la productividad agrícola; en las previsiones demográficas; en historias a desentrañar; y en muchos de los desafíos globales contemporáneos como los del cambio ambiental, las enfermedades infecciosas y la migración masiva, que requieren combinar conocimientos y datos de muchas disciplinas.

## **3. Los desafíos**

Aprovechar estas oportunidades plantea serios desafíos a la forma en que la ciencia se ejecuta y se organiza. Los datos abiertos son el elemento común que lo hace posible.

### **3.1. El imperativo de los datos abiertos**

268

El rol fundamental de la investigación financiada con fondos públicos es agregar al acervo de conocimiento y comprensión que son esenciales para el discernimiento humano, la innovación y el bienestar social y personal. Las tecnologías y los procesos de la revolución digital proporcionan un poderoso medio a través del cual la productividad y la creatividad científica se pueden mejorar permitiendo que los datos y las ideas fluyan en forma abierta, rápida y generalizada a través de la interacción en red de muchas mentes. Si esta revolución social en la ciencia ha de realizarse, es vital que adoptemos, como posición por defecto, que los datos financiados con fondos públicos sean accesibles públicamente y reutilizables cuando se completa el proyecto de investigación a través del cual se han recolectado.

### **3.2. Mantener la autocorrección**

La apertura de la evidencia de aseveraciones científicas (los datos) es la base del progreso científico. Permite que la lógica de un argumento pueda ser examinada y que la reproducibilidad de las observaciones o experimentos puedan ser comprobados, apoyando o invalidando de ese modo las aseveraciones. Cuando se publica un documento haciendo una afirmación científica, es esencial que los datos probatorios, los metadatos relacionados que permiten el re-análisis y los códigos utilizados en la manipulación por computadora se abran al mismo tiempo al escrutinio para asegurar que se mantiene el proceso vital de autocorrección. Recientes demostraciones en varias disciplinas de altas tasas de no-reproducibilidad de los resultados de los trabajos publicados enfatizan la necesidad crucial de revitalizar procesos de datos abiertos para un mundo de grandes datos. La apertura no es, sin

embargo, suficiente. Los datos deben ser inteligentemente abiertos, lo que significa que deben ser: descubribles, accesibles, inteligibles, evaluables y reutilizables.

### **3.3. Adaptar el razonamiento científico**

Muchas de las complejas relaciones que ahora tratamos de capturar a través de grandes datos (*big data*) o datos amplios (*broad data*) enlazados se encuentran más allá de la capacidad analítica de muchos métodos estadísticos clásicos. Requieren enfoques matemáticos más profundos, incluyendo métodos topológicos para asegurar que las inferencias extraídas de grandes datos y datos amplios sean válidas. El análisis computacional intensivo en datos y la capacidad de las computadoras de aprendizaje automático (*machine-learning*) están muy presentes y tienen importantes implicaciones para el descubrimiento científico. La complejidad de los patrones que las máquinas son capaces de identificar no son fácilmente captados por los procesos cognitivos humanos, lo que plantea cuestiones profundas sobre la interfaz hombre-máquina y lo que puede significar ser un investigador en el siglo XXI.

### **3.4. Restricciones éticas**

El principio de datos abiertos tiene implicaciones éticas para los investigadores y para los sujetos investigados. Puede parecer que resta valor a los intereses individuales de los investigadores que generan los datos, de modo que es necesario desarrollar nuevas formas de reconocer y recompensar su contribución. La privacidad de los sujetos a los cuales se refieren necesita ser protegida. En un régimen de intercambio abierto en el que los datos son transmitidos por sus creadores, hay pérdida de control sobre su uso futuro, al tiempo que los procedimientos de anonimización han demostrado ser incapaces de garantizar la seguridad de los registros personales.

269

### **3.5. Participación global abierta**

Los grandes datos y los datos abiertos tienen un gran potencial para beneficiar a los países con menos recursos, y en especial a los menos desarrollados. Sin embargo, los países menos desarrollados suelen tener sistemas nacionales de investigación con pocos recursos disponibles. Si no pueden participar en investigación basada en grandes datos y datos abiertos, la brecha podría crecer exponencialmente en los próximos años. Ellos no podrán recolectar, almacenar y compartir datos, participar en la investigación global, contribuir como socios plenos en los esfuerzos globales sobre el cambio climático, el cuidado de la salud y la protección de los recursos, y no podrán beneficiarse plenamente de tales esfuerzos, donde las soluciones globales sólo se lograrán si hay una participación internacional. Por lo tanto, las naciones emergentes y desarrolladas tienen ambas un claro y directo interés en ayudar a movilizar plenamente el potencial científico de los países menos desarrollados y de esta manera contribuir al logro de los objetivos de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas.

### **3.6. Aprovechar la oportunidad**

La apertura efectiva de datos sólo puede ser realizada si hay acción sistémica a nivel

personal y disciplinario, nacional e internacional. Aunque la ciencia es una actividad internacional, se realiza dentro de distintivos sistemas nacionales de responsabilidad, organización y gestión, todos los cuales necesitan responder a la oportunidad. Los financiadores y las instituciones de investigación deben financiar e implementar procesos que aligeren la carga que significa para los investigadores abrir en forma inteligente los datos y apoyar los procesos de datos abiertos.

Un número creciente de comunidades de investigación han descubierto los beneficios de compartir datos en campos tan variados como la lingüística, la bioinformática y la cristalografía química, y han hecho grandes avances en el logro de beneficios en sus disciplinas a través de la colaboración internacional para facilitar el acceso y el uso de datos abiertos.

Las responsabilidades también corresponden a organismos internacionales como el *Committee on Data for Science and Technology* (CODATA) del *International Council for Science* (ICSU), su *World Data System* (WDS) y la *Research Data Alliance* (RDA), para promover y apoyar desarrollos de los sistemas y procedimientos que garanticen a nivel internacional el acceso, la interoperabilidad y la sustentabilidad de los datos.

### **3.7. Ciencia abierta y conocimiento público**

La idea de “ciencia abierta” se ha desarrollado en reconocimiento de la necesidad de fortalecer el diálogo y el compromiso de la comunidad científica con la sociedad en general para hacer frente a muchos problemas actuales mediante la formulación recíproca de los temas y el diseño, ejecución y aplicación colaborativa de la investigación. Hay, por supuesto, límites legítimos a la apertura, tales como la preocupación de la necesidad de proteger la seguridad, privacidad y propiedad mediante mecanismos aplicados juiciosamente. También hay tendencias compensatorias hacia la privatización del conocimiento que están en contradicción con la ética de la investigación científica y la necesidad básica de la humanidad de utilizar las ideas libremente. Si la iniciativa científica no debe hundirse bajo tales presiones, se requiere un compromiso firme de la comunidad científica global con los principios de datos abiertos, información abierta y conocimiento abierto.

## **4. Los principios de datos abiertos**

Tal es la importancia y magnitud de los desafíos para la práctica de la ciencia en la revolución de datos que *Science International* considera oportuno promover la siguiente declaración de principios de datos abiertos.

### **4.1. Responsabilidades**

#### *4.1.1. Los científicos*

Los científicos financiados con fondos públicos tienen la responsabilidad de contribuir al bien público a través de la creación y comunicación de nuevos conocimientos, en los cuales los datos asociados son parte intrínseca. Ellos deben hacer que esos datos



estén disponibles abiertamente a los demás, después de su producción y tan pronto como sea posible, en formas que permitan que los datos puedan ser reutilizados y utilizados con otros propósitos.

Los datos que proporcionan evidencia de las afirmaciones científicas publicadas deben hacerse disponibles y públicos al mismo tiempo, así como abiertos de manera inteligente.<sup>2</sup> Esto debe permitir que la lógica de relación entre los datos y las afirmaciones pueda ser rigurosamente analizada y la validez de los datos comprobada por replicación de experimentos u observaciones. En la medida de lo posible, los datos deben ser depositados en repositorios bien gestionados y confiables, con bajas barreras de acceso.

#### *4.1.2. Las instituciones de investigación y las universidades*

Tienen la responsabilidad de crear un entorno de apoyo para los datos abiertos. Esto incluye brindar capacitación en gestión, preservación y análisis de datos y el soporte técnico pertinente, incluyendo servicios de biblioteca y de gestión de datos. Las instituciones que emplean a los científicos, y los organismos que los financian, deben desarrollar incentivos y criterios de promoción para aquellos involucrados en los procesos de datos abiertos. Es necesario un consenso a nivel nacional sobre tales criterios, e idealmente a nivel internacional, para facilitar pautas deseables de movilidad de los investigadores. En el espíritu actual de internacionalización, las universidades y otras instituciones científicas en los países desarrollados deben colaborar con sus contrapartes en los países en desarrollo para movilizar las capacidades de uso intensivo de los datos.

271

#### *4.1.3. Los editores*

Tienen la responsabilidad de poner a disposición de los evaluadores los datos durante el proceso de revisión, de requerir acceso abierto inteligente a los datos al mismo tiempo que la publicación que los utiliza, y exigir las referencias y citas completas de esos datos. Los editores también tienen la responsabilidad de poner a disposición el registro científico para su posterior análisis mediante el suministro abierto de los metadatos y el acceso abierto para minería de textos y datos.

#### *4.1.4. Los organismos de financiación*

Deben considerar los costos de los procesos de datos abiertos en los proyectos de investigación como parte intrínseca del costo de su realización, y deben proporcionar recursos y políticas adecuados para la sostenibilidad a largo plazo de la infraestructura y repositorios. La evaluación del impacto de la investigación, particularmente los indicadores que involucran métricas de citación, debe tomar en cuenta la contribución de los creadores de datos.

#### *4.1.5. Las asociaciones profesionales, sociedades científicas y academias*

Deben desarrollar directrices y políticas de datos abiertos y promover las

---

2. Véase la versión completa del documento en: <http://www.icsu.org/science-international/accord>.

oportunidades que los datos abiertos ofrecen, de forma tal que reflejen las normas epistémicas y las prácticas de sus miembros.

#### *4.1.6. Bibliotecas, archivos y repositorios*

Tienen responsabilidad en el desarrollo y prestación de servicios y normas técnicas para los datos, de tal forma que aseguren su disponibilidad para quienes deseen utilizarlos, y para que los datos sean accesibles en el largo plazo.

### **4.2. Los límites de la apertura**

Los datos abiertos deben ser la posición por defecto para la ciencia financiada con fondos públicos. Las excepciones deben limitarse a cuestiones de privacidad, de seguridad y de uso comercial en el interés público. Las excepciones propuestas deben justificarse caso por caso, y no como exclusión general.

### **4.3. Prácticas habilitantes**

#### *4.3.1. Citación y procedencia*

En publicaciones académicas, cuando los investigadores utilizan datos creados por otros, éstos deben ser citados con referencia a su autor, a su procedencia y a un identificador digital permanente.

#### *4.3.2. Interoperabilidad*

Tanto los datos de investigación como los metadatos que permiten la evaluación y reutilización de los datos deben ser interoperables en la mayor medida posible.

#### *4.3.3. Reutilización no restrictiva*

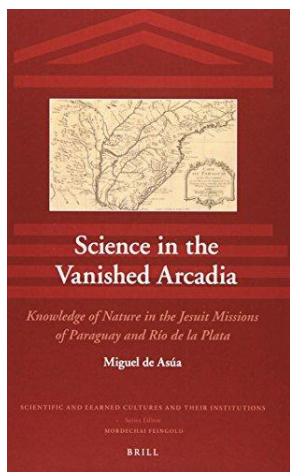
Si los datos de investigación no están ya en el dominio público, deben ser etiquetados como reutilizables por medio de una renuncia a los derechos o una licencia no restrictiva que deje en claro que los datos pueden ser reutilizados sin mayor requisito que el reconocimiento al productor.

#### *4.3.4. Capacidad de vinculación*

Los datos abiertos deben, siempre que sea posible, estar vinculados con otros datos basados en su contenido y contexto, con el fin de maximizar su valor semántico.

RESEÑAS *CS*





***Science In The Vanished Arcadia.  
Knowledge Of Nature In The Jesuit Missions  
Of Paraguay And Río De La Plata***

**Miguel de Asúa**

Editorial Brill, Holanda. 2014. 388 páginas

Por **Alejandro Manrique \***

La ciencia jesuita no ha sido considerada seriamente por los historiadores, al punto que se la criticó con cierta intensidad por años. En las misiones jesuíticas en Paraguay y el Río de la Plata durante los siglos XVII y XVIII, muchos estudiosos y protagonistas llevaron a cabo descubrimientos y experiencias que tienen base y sustento en los procedimientos de la ciencia formal, aunque podrían entrelazarse con tradiciones aborígenes. El del doctor Miguel de Asúa es un relato completo y metódico que examina la amplia variedad de actividades científicas en las misiones jesuíticas para refutar la crítica que la región carecía de una cultura científica propia.

275

En junio de 2014, la Academia Nacional de la Historia de la República Argentina incorporó como académico de número a de Asúa, prestigioso filósofo e historiador de la ciencia, en un reconocimiento más a su dilatada labor como consagrado autor e investigador. La conferencia de incorporación que brindó de Asúa en esa ocasión llevó como título “Ciencia en la Arcadia desvanecida. Conocimiento de la naturaleza en las misiones jesuíticas del Paraguay histórico y el Río de la Plata”, disertación que abordó las actividades científicas y culturales en las misiones o “reducciones” jesuíticas en la América Española durante los siglos XVII y XVIII, en el marco de la Compañía de Jesús fundada por San Ignacio de Loyola.

---

\* Ingeniero por la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Divulgador científico y cultural. Especialista en gestión de la tecnología y la innovación (Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina). Correo electrónico: ing.manrique@gmail.com. Este artículo es una versión extendida de la reseña publicada el 6 de marzo de 2016 en el suplemento “Cultura” del diario *La Capital*.

Constituida en 1540, la también denominada “Sociedad de Jesús” se consideró por siglos un impedimento para la ciencia moderna. El sistema de educación jesuita se creía conservador y opuesto al pensamiento creativo. Destacados científicos y filósofos, entre ellos Descartes y Galileo, levantaron su voz contra la Compañía de Jesús y sus miembros por deformar los procesos de la nueva ciencia. Esto ha llevado a que los historiadores no consideren en forma seria a la ciencia jesuita, aunque esa aceptación actualmente ha mermado considerablemente. Aplicado a la región que luego se convertiría en Argentina, el territorio del Río de la Plata y un sector del Paraguay histórico, el concepto de que no existió ciencia formal y tradicional está profundamente arraigado.

Como parte de un proyecto de investigación que llevó años de visitas a academias, bibliotecas y centros especializados en la historia de los jesuitas, asistencia a conferencias y períodos de residencia en diversas universidades de los Estados Unidos y Europa, de Asúa se abocó a un estudio sistemático que constituye el primer relato abarcador y moderno de la ciencia jesuítica en territorio sudamericano. El resultado se plasma en el libro *Science in the Vanished Arcadia. Knowledge of Nature in the Jesuit Missions of Paraguay and Río de la Plata*, publicado por Brill, editorial con sede central en Holanda que se especializa fundamentalmente en estudios históricos, ciencias sociales y temas de derecho internacional y humanidades.

Extremadamente bien documentado con citas y referencias bibliográficas e históricas, prácticamente en cada página del volumen el trabajo desarrollado por de Asúa es consistente y exhaustivo. En su obra, el autor se encarga de explorar la amplísima -para la época- diversidad y riqueza de la actividad científica en las misiones jesuíticas, de modo de rebatir la falsa idea de que esta región carecía de una cultura científica propia. Con énfasis en cada uno de los estudiosos jesuitas en las disciplinas abordadas, de Asúa nos propone un recorrido por la historia natural, la botánica médica, la cartografía, la astronomía y la física experimental que los jesuitas desarrollaron principalmente en Paraquaria, nombre latino de la provincia jesuita en Paraguay, territorio de los guaraníes y parte del noreste argentino. Mediante una revisión de manuscritos inéditos y una extensiva bibliografía de fuentes primarias, el autor argumenta con solidez la existencia de una tradición en la investigación de la naturaleza que está arraigada en la ciencia jesuítica, al mismo tiempo que es original en su articulación con el aprendizaje típico y la conducta aborígen sobre lo natural.

## **La ciencia jesuita**

La influencia del protestantismo en la ciencia moderna ha sido estudiada en amplio detalle; si para ciertos autores existe un triunfalismo protestante -tanto cualitativo como cuantitativo- frente al catolicismo, para otros es tal vez arduo tratar de comprender la ciencia de los siglos XVII y XVIII sin tener en cuenta la participación de los científicos jesuitas o, ya en el siglo XVIII, de los clérigos que lograron importantes aportes y contribuciones en sus respectivos campos de estudio. Así, de Asúa se encarga de hacer una salvedad historiográfica al referirse a la expresión “ciencia jesuita” y una revisión de la narrativa canónica que destaca el rol primordial de la Reforma Protestante en el crepúsculo de la Nueva Ciencia, entre cuyos adeptos

tenemos principalmente a la historiadora de la ciencia Dorothy Stimson (1890-1988) y al sociólogo de la ciencia Robert K. Merton (1910-2003) con su famosa tesis del protagonismo del puritanismo en la Revolución Científica que daría inicio a la ciencia formal y moderna.

Los incesantes esfuerzos por reinterpretar casos emblemáticos, como puede resultar con el de Galileo, han llevado a un equilibrio, enfatiza de Asúa: “El esfuerzo de estas tres últimas décadas resultó en un enorme y rico corolario, que realmente nos ha brindado un panorama más rico y menos anacrónico de las complejidades de los comienzos de la ciencia en la Edad Moderna y la importancia de la participación de la Sociedad de Jesús en las transformaciones metodológicas e institucionales de la filosofía natural y la nueva imagen del mundo que emergía”.

Asimismo, la definición “ciencia jesuita” tiene otras connotaciones, más allá de su utilidad, dadas las variadas representaciones que transmite y que pueden resultar confusas debido a la gran diversidad de métodos y temas de las actividades científicas que desarrollaron en todo el mundo. La astronomía, la botánica médica, la cartografía y la física experimental eran los temas de investigación más difundidos en todas las localidades geográficas en las que tenían presencia. Pero también existieron características particulares. En ese sentido, de Asúa supone evidente que el tipo de ciencia llevada a cabo por los jesuitas en el Paraguay histórico y el Río de la Plata estaba por un lado relacionado al patrón universal de la Sociedad de Jesús, mientras que, por otro, puede considerarse como una respuesta a las elementales necesidades locales.

277

El enfoque científico que los jesuitas mostraron en el Nuevo Mundo era de orientación eminentemente práctica y estuvo justificado desde el momento que los misioneros tuvieron que catalogar, explorar y describir los animales y las plantas del territorio desconocido, que necesitaban para su propia supervivencia, además de transmitir el mensaje religioso. Sobre este punto, de Asúa sostiene que el gran amor de los jesuitas por la maravilla de la naturaleza, la hospitalidad y un criterio formal de la evidencia lleva a catalogarlos como pertenecientes al Barroco. Y lo mismo puede decirse de los trabajos en medicina que desarrollaron. Así, el autor destaca en la introducción de su libro: “Aunque la mayoría de los escritos que examinaremos datan del siglo XVIII, solamente las últimas producciones de los Jesuitas en el exilio italiano pueden considerarse como manifestaciones menores de la ciencia del Iluminismo llevadas a cabo en los países de Europa Católica. En su mayor parte, la ciencia jesuítica en Paraguay el Río de la Plata puede caracterizarse mejor como una expresión de la cultura jesuítica del Barroco que tuvo su esplendor en Roma, Francia, los dominios Ibéricos y las tierras del Imperio Habsburgo durante el siglo XVII y principios del siglo XVIII”.

Desde una perspectiva histórica, revela de Asúa, la ciencia jesuita en Paraquaria se interpreta como una parte de la ciencia en la América española y las variadas vicisitudes asociadas. La comunicación, la educación, el financiamiento y las tradiciones de investigación eran intrínsecas a la Sociedad de Jesús, cuya forma de relacionarse con el poder colonial estaba muchas veces plagada de conflictos irresolubles. La ciencia jesuita en Paraquaria no era una manifestación aislada, sino

que se trataba de un crecimiento que acompañaba la expansión imperial española en el Nuevo Mundo con sus vaivenes políticos asociados.

Mientras que las reducciones guaraníes estaban alejadas del centro del poder, simultáneamente se convirtieron en el lugar de educación superior por excelencia y su propia idiosincrasia las hacía inestables. Las misiones debieron mudarse de un distrito a otro constantemente para evitar conflictos armados y buscar mejores territorios de asentamiento. Los jesuitas dedicados a la ciencia no eran muchos y la mayoría, según describe el autor, habían nacido en Sudamérica o provenían de Alemania, Bélgica, Inglaterra o Italia, lo que ofrecía un contexto “internacional” a la ciencia jesuita. Más de la mitad de la totalidad de los integrantes de la provincia de Paraquaria eran españoles, una cuarta parte sudamericanos y el resto europeos (alemanes, austriacos, franceses, italianos).

### **Un mundo bucólico y apacible**

Arcadia era una región montañosa del Peloponeso de la antigua Grecia y el término se utiliza usualmente para referirse a un lugar imaginario que ofrece paz y simplicidad, descrito por muchos artistas y poetas, especialmente del Renacimiento y del Romanticismo, un ambiente idílico con una población de pastores que vive en comunión con la naturaleza.

278

El imponente marco de la selva de Paraquaria, con sus animales y criaturas, convertía en un paraíso a esta región. Lugar que fue evocado por muchos autores, como Robert Bontine Cunninghame Graham (1852-1936), aventurero y periodista inglés que residió en Argentina, cuya obra *A Vanished Arcadia: Being Some Account of the Jesuits in Paraguay, 1607 to 1767*, un relato de viaje de 1871 sobre las misiones jesuíticas en Paraná y Uruguay en el que examina el trabajo de los misioneros con los indígenas y el beneficio mutuo logrado, inspira parte del título del libro de de Asúa. El legado jesuítico hoy está presente en su arquitectura, en el arte, en las imágenes, en la música barroca misional y en la devoción experimentada por sus pueblos en las fiestas patronales.

La historia de los jesuitas en Sudamérica ha sido narrada en reiteradas ocasiones, remarca de Asúa en su trabajo. Para situarnos en el ambiente en el que se desarrolló, debemos recordar que Paraquaria fue percibida y evocada por los sabios y eruditos de diferentes épocas como un lugar de esplendor del Barroco en el medio de la exuberante vegetación de la selva subtropical.

Las misiones jesuíticas del Paraguay histórico, el Río de la Plata y el Alto Perú (actualmente Bolivia) fueron el núcleo fundamental de las instituciones educativas y religiosas de los jesuitas en la provincia de Paraquaria. El área geográfica y administrativa de la Sociedad de Jesús, creada a comienzos del siglo XVII, comprendía los territorios de Argentina, Paraguay, Uruguay, el este de Bolivia y el sudoeste de Brasil. Los primeros misionarios llegaron en la década de 1580, con infructuosos esfuerzos por instaurarse en la región, dadas las tensiones políticas que



surgían por parte de los colonizadores. El pico de población se presentó en 1732, con unos 140.000 guaraníes que habitaban en las misiones. Pero el número de jesuitas era comparativamente bajo: en 1692 no superaba los 250 en toda la provincia.

## **La expulsión y el exilio**

El autor, como muchos otros lo hicieron con anterioridad, se interroga sobre qué hubiera sucedido en la región si los jesuitas no hubieran sido apartados, dada su singular contribución cultural, humanista e integradora. Lo cierto es que en 1767 los misioneros fueron expulsados de España y sus dominios –por decreto del rey Carlos III- y enviados a Italia, privados así de su territorio de adopción por el que tenían una devoción especial. Con la supresión de la Sociedad de Jesús en 1773, a manos del Papa Clemente XIV, se los despojaría también de su orden religiosa.

El proceso de desintegración y eliminación de la Sociedad de Jesús en los territorios del Paraguay y el Río de la Plata llevó menos de dos años en completarse. La mayoría de los jesuitas de esta región se exiliaron en Italia, principalmente en ciudades del norte como Faenza, para seguir con ciertas investigaciones aunque no exentas de problemas y restricciones. En el último apartado del texto, dedicado a la ciencia en el exilio italiano, de Asúa aborda con gran detalle tres episodios de jesuitas expulsados del Paraguay y el Río de la Plata que fomentaron la ciencia en Italia. A saber: el cultivo de plantas de las Indias por Gaspar Juárez (1731-1804), la publicación de Ramón Termeyer (1737-1814) de sus experimentos con una anguila eléctrica en el Chaco y las investigaciones astronómicas por parte de Alonso Frías (1745-1824) en el Observatorio Brera de Milán.

279

El conocimiento de la naturaleza en las misiones del Paraguay y el Río de la Plata se plasmaba en los escritos de los misioneros jesuitas, quienes lograron una tradición textual del mundo natural de Paraquaria. Y, concluye de Asúa, siempre bajo un fundamento empírico en sus relatos. No obstante, esta fidelidad por la referencia empírica en una historia de casi dos siglos se convierte en retórica y cualquier análisis focalizado podría llevar al reduccionismo. Afirma el autor: “Una comprensión histórica apropiada parece demandar una investigación temporalmente extendida y una elucidación de los cambios en las concepciones y prácticas de los misioneros Jesuitas abocados a la representación de la naturaleza”.

La retórica de la evidencia está presente en las obras de memorias autobiográficas de muchos autores jesuitas. Esta exaltación de la experiencia como criterio de garantía epistemológica, asevera de Asúa, está basada en la experiencia personal como fuente de todo conocimiento y la noción de “ver por uno mismo” aplicada a los primeros escritos jesuitas que narraban hechos fantásticos o prodigiosos. Mientras que los primeros trabajos con narraciones experimentales constituían una prueba de la evidencia de esos hechos, en las narrativas del exilio italiano los autores reclamaban el crédito de ser partícipes de los experimentos como parte de una estrategia orientada a legitimar sus investigaciones ante la crítica de los filósofos europeos de la época. La experiencia y la observación directa validaban la autoridad

epistemológica del autor jesuita y desenmascaraban las incesantes quejas de los intelectuales y pensadores que sostenían con firmeza -como el naturalista francés Georges Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon- la inferioridad de las criaturas del Nuevo Mundo como una teoría sin fundamento claro.

Más allá de su estrategia misionera, la actividad de los jesuitas en América trascendió por sus implicancias no sólo culturales sino de imbricación entre pueblos y el conocimiento empírico que los descubrimientos podrían representar. Si la incorporación de la ciencia occidental fue relevante, no menos cierto fue que tuvo lugar una articulación, una asociación de lo americano a lo europeo. Sobre el final, el autor expresa: “No es extraño que la ciencia Jesuita en Paraquaria fuera marcada por la absorción de algunos elementos de creencias aborígenes sobre la naturaleza dentro de una corriente universal de la filosofía natural de principios de la Edad Moderna”.

Este intercambio entre jesuitas y aborígenes fue fructífero en ambas direcciones, enfatiza de Asúa, una parte integral de la tradición jesuita de la amplia experiencia histórica de investigación de la naturaleza llevada a Sudamérica con una grandiosidad que luego decayó, se convirtió en leyenda y finalmente pasó al olvido.



Se terminó de editar  
en  
**Buenos Aires, Argentina**  
en Febrero de 2017





# REVISTA **IBEROAMERICANA** DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD

## Artículos

### **Uso público de la información: el caso de los rankings de universidades**

Mario Albornoz y Laura Osorio

### **La política pública de nanotecnología en México**

Guillermo Foladori, Edgar Arteaga Figueroa, Edgar Záyago Lau, Richard Appelbaum, Eduardo Robles-Belmont, Laura Liliana Villa Vázquez, Rachel Parker y Vanessa Leos

### **Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina**

Diego Hurtado, Manuel Lugones y Sofya Surtayeva

### **Las universidades y la misión de la vinculación en el Reino Unido: un marco de referencia para pensar la propuesta de indicadores del Manual de Valencia**

Natalia Bas

### **Ignorancia, educación y propaganda. Claves para una crítica de la cultura científica y tecnológica**

Jósean Larrión

### **Regulaciones al conocimiento y estudios de conocimiento disciplinar**

Marcelo Meyer Becker

### **Urgencia de transformar la educación en ciencias en Argentina**

Norma Sbarbati Nudelman

### **Las ciencias sociales mediadas por las TIC**

Teresa Pacheco-Méndez

### **Efectos de la capacidad de absorción tecnológica en el crecimiento económico**

Jesús Armando Ríos-Flores, Miriam Liliana Castillo-Arce y Rosario Alonso Bajo

### **Abordagem de Temas a Partir do Enfoque CTS na Educação Básica: Caracterização dos Trabalhos Apresentados por Autores Brasileiros, Espanhóis e Portugueses nos Seminários Ibero-americanos CTS**

Rafael Schepper Gonçalves y Luciano Fernandes Silva

### **Materiales y artefactos como *affordances***

Radamés Villagómez Reséndiz



**Observatorio  
CTS**

Instituto Universitario de  
Estudios de la Ciencia y la Tecnología,  
Universidad de Salamanca



**redes**

Centro de Estudios sobre Ciencia,  
Desarrollo y Educación Superior

