



# Cuadernos de Beauchef

Ciencia, Tecnología y Cultura

Volumen II

**ethics**

Estudios Transversales en Humanidades  
para las Ingenierías y Ciencias



# CUADERNOS DE BEAUCHEF

## CIENCIA, TECNOLOGÍA y CULTURA

VOLUMEN II

Una publicación del área de Estudios Transversales en  
Humanidades para las Ingenierías y Ciencias (ETHICS)  
2019

# ethics

© Una publicación del área de Estudios Transversales en Humanidades para las Ingenierías y Ciencias (ETHICS)

Escuela de Ingeniería y Ciencias - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
UNIVERSIDAD DE CHILE

© De esta edición:

2019, Universidad de Chile  
Santiago de Chile

Registro de Propiedad Intelectual: N° A-172  
ISSN: 2452-493X

Impreso en Chile - Printed in Chile

Volumen II

Director:

Andrés Monares

Editor:

Álvaro Quezada

Comité editorial:

Rubén Boroschek

Ziomara Gertzen

Claudio Gutiérrez

Cecilia Ibarra

Viviana Meruane

Pablo Ramírez

Claudia Rodríguez

María Torres

Diseño:

Ediciones Eutôpia Ltda.

*www.eutopia.cl*

Todos los derechos reservados:

Universidad de Chile

Avda. Beauchef 850, 3er. piso

Santiago de Chile

## ÍNDICE

|                   |   |
|-------------------|---|
| Presentación..... | 7 |
|-------------------|---|

### INGENIERÍA Y UNIVERSIDAD

|   |    |
|---|----|
| <i>Las Ingenierías: La aparición de la racionalidad científico-técnica,</i><br>Sol Serrano..... | 13 |
|---|----|

### CIENCIA, TECNOLOGÍA Y AMBIENTE NATURAL Y SOCIAL

|   |    |
|---|----|
| <i>El sentido de la ingeniería en tiempos de cambio climático,</i><br>Cecilia Ibarra..... | 41 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <i>Biolento [Sic],</i> Ricardo Loebell..... | 53 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Modernización e internacionalización del circuito productivo de los agro-<br/>combustibles en Brasil,</i><br>Elisa Pinheiro de Freitas..... | 67 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <i>Santiago, La ciudad chilena hija de un padre ausente (gobierno metropo-<br/>litano) y una madre sometida (gobernanza urbana). Un enfoque desde<br/>la expansión urbana y los riesgos siconaturales para una propuesta de<br/>gobernanza sistémica,</i><br>Claudia Rodríguez Seeger y Vanessa Rugiero de Souza..... | 91 |
|---|----|

### FORMACIÓN ÉTICA

|  |     |
|--|-----|
| <i>La formación ética de las profesiones,</i><br>Pablo Ramírez Rivas, Anastasia Ganderats Isbej y Natalia Galleguillos Nieva.... | 115 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| <i>Breve mirada a la formación humanista del Mit. Entrevista al profesor<br/>Agustín Rayo,</i><br>Benjamín Armijo Galdames..... | 133 |
|---|-----|

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y CREATIVIDAD

*Bucle y fantasma*, Daniel Cruz..... 143

*Las manos que piensan. Reflexiones en torno al pensar y hacer en conjunto*,  
Danisa Peric..... 155

## TEXTO CLÁSICO

*Estásimo (Versos 332-375), selección desde Antígona*,  
Sófocles ..... 167

## Presentación

Este año de 2019, convulsionado por movimientos sociales y aspiraciones ciudadanas, presentamos el segundo volumen de *Cuadernos de Beauchef. Ciencia, Tecnología y Cultura*, esperando que sea un efectivo aporte para la sed natural de saber de quienes nos leen.

El capítulo de Sol Serrano “Las ingenierías: la aparición de la racionalidad científico-técnica”, incluido en su libro *Universidad y Nación. Chile en el siglo XIX* inaugura este volumen en la sección Ingeniería y Universidad. El texto narra, con gran detalle, cómo fueron integrándose a estas labores de ingeniería cada vez más chilenos, formados por inmigrantes como Andrés Antonio Gorbea e Ignacio Domeyko, especialmente decisivos en el desarrollo de las obras públicas en la naciente república. También alude a la temprana introducción de la enseñanza de las matemáticas en la Universidad de San Felipe y en la Academia de San Luis, precursora del Instituto Nacional. Describe Serrano la formación de la ingeniería en el siglo XIX desde la perspectiva de la Universidad, pero intentando al mismo tiempo situar la formación de la base cognitiva dentro de otras variables del proceso de profesionalización que, en Europa y Estados Unidos, ya conducida por iniciativa estatal o privada, respondió a las necesidades de la Revolución Industrial y a la hegemonía creciente de la racionalidad técnico-científica. En Chile este proceso se inició por la iniciativa del Estado, porque el país no era productor de conocimiento científico-técnico y, por tanto, debió importarlo, así como importó parte de los servicios profesionales. El carácter universal o local de la base cognitiva y del servicio determinaron el ritmo de la profesionalización.

En segundo término, en el apartado de ciencia, tecnología y ambiente natural y social, y teniendo como fondo dos textos de Gabriela Mistral como una forma de dar lugar a la imaginación humanista, Cecilia Ibarra nos invita a pensar “El sentido de la ingeniería en tiempos de cambio climático”. Su convite es a integrar la emoción en el discurso de cambio tecnológico, porque, según la autora, para dar sentido a la ingeniería no basta con

repetir discursos de progreso y cambio tecnológico de manera irreflexiva, menos en tiempos de cambio climático, cuando se hace evidente que la tecnología no es única y neutra. En las relaciones humanas, la emoción hace que nos sintamos parte de una red de vínculos con otras personas y con la naturaleza, los objetos y los territorios. Es la emoción la que nos lleva a ser parte de una unidad mayor que la individual, de la cual sacamos la fuerza y la seguridad para confiar en nuestra capacidad de sobrevivir. La urgente acción climática puede renovar el sentido del hacer de ingenieras e ingenieros, desde las razones que aporta la evidencia científica y desde la emoción de pertenencia a una filogenia profesional que se alinea con una *misión*.

Luego, en la misma sección, Ricardo Loebell, en su ensayo “Bio-lento [sic]”, se da a la tarea de ampliar el campo visual de la ciencia y la tecnología —entrampadas en un afán por el crecimiento—, combinando diferentes visiones que apuntan a una idea más bien horizontal y colectiva del desarrollo. Reflexiona Loebell sobre las condiciones necesarias que permitan innovaciones tecnológicas para modelos sostenibles, y que éstas puedan implementarse y circular. La función del Estado debiera ser promover, fomentar, así como contribuir a la creación de aquellos emprendimientos que se comprometan y tengan en su esencia defender la naturaleza y el medio ambiente. Se esbozan diez ejemplos, ligados a personas, que permiten repensar la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad desde una visión humanista, en búsqueda de una vida sustentable en el planeta.

La contribución de Elisa Pinheiro de Freitas nos invita a pensar en la “Modernización e internacionalización del circuito productivo de los agrocombustibles en Brasil”, para verificar cómo la expansión de la labranza de caña de azúcar en ese país ha intensificado el cambio en el uso de la tierra. Desde 1998, empresas transnacionales del circuito agroenergético se esfuerzan por arrendar y comprar tierras cultivables, con el propósito de producir materias primas para los agrocombustibles de exportación. Los cultivos “estratégicos” para este fin, como la caña de azúcar y la soja, se expanden sobre las áreas de arroz, porotos, mandioca y así sucesivamente. En el actual orden del liberalismo transnacional, caracterizado por la liberalización de los mercados, la hegemonía de las finanzas sobre la producción y la crisis ambiental, el ordenamiento territorial del Estado es progresivamente sustituido por “ordenamiento territorial de mercado”, es decir, la *organización espacial* tiende a favorecer cada vez más a los actores corporativos y



hegemónicos en detrimento de la colectividad: se produce lo que es rentable para las empresas en los mercados y no lo que permite garantizar la soberanía alimentaria local y regional, al menos en los países semiperiféricos y periféricos del sistema internacional.

Cierran este grupo de artículos Claudia Rodríguez Seeger y Vanessa Rugiero De Souza, quienes analizan en “Santiago, la ciudad chilena hija de un padre ausente (gobierno metropolitano) y una madre sometida (gobernanza urbana)” el crecimiento de Santiago en población y extensión, buscando alguna correlación con el tipo de gobernanza predominante, para posteriormente analizar los planes reguladores en términos de su efectividad para reducir los riesgos siconaturales producidos a la par del crecimiento en expansión de la ciudad. Realizan un análisis crítico de la gobernanza de Santiago, proponiendo algunas ideas para una nueva gobernanza metropolitana, consustancial a su realidad sistémica, que tienda a una ciudad más amable y sustentable para sus habitantes actuales y futuros. Apuntan a que se debiera fortalecer la matriz de relaciones al interior de la ciudad, la cohesión social, el respeto mutuo y la coherencia de las decisiones en torno a una visión común de ciudad. Concluiría así el sometimiento de una mayoría ciudadana a una minoría con poder, expirando el dominio de los ideales patriarcales de crecimiento, expansión territorial y competencia por sobre los de justicia social, accesibilidad territorial y colaboración.

En la sección dedicada a la formación ética, Pablo Ramírez Rivas, Anastasia Ganderats Isbej y Natalia Galleguillos Nieva deliberan acerca de “La formación ética de las profesiones”, la que, de acuerdo con sus hallazgos, consistiría en proporcionar, en las diversas instancias formativas, elementos y situaciones con los cuales las personas desarrollen esa capacidad de reflexionar según principios morales y, desde ahí, decidan libremente vías de acción, de posicionamiento, de preferencia y elección. Ello no garantiza que las personas tomen siempre buenas decisiones, pero su entrega es necesaria y constituye un desafío para universidades e instituciones comprometidas con la sociedad en la formación de futuros profesionales. Los autores examinan algunos de estos elementos de formación ética, sin pretensión de exhaustividad, advierten, y revisan también la oferta de formación ética en instituciones internacionales señeras en la formación de profesionales, con el fin de, finalmente, proponer un plan y un modelo de formación en ética profesional.

En “Breve mirada a la formación humanista del MIT. Entrevista al profesor Agustín Rayo”, Benjamín Armijo Galdames construye a la iniciativa de los autores citados en el párrafo anterior, preguntándose ¿cómo incide una formación integral en el desarrollo profesional del ingeniero? Su convicción es que una adecuada formación integral permite educar profesionales capaces de comprender las implicancias éticas de su desarrollo profesional, conocer el contexto histórico, social, político y cultural de los desafíos que debe abordar, para así analizar críticamente los problemas y necesidades del medio en el que se encuentra inmerso, y realizar propuestas coherentes con lo anterior; no como un individuo que labore solo, sino como un profesional colaborador, con habilidades sociales y capacidad para integrarse en equipos de trabajo multidisciplinarios y comunicar efectivamente sus ideas. Sus proposiciones las complementa, en coincidencia con sus opiniones, con una entrevista breve al profesor de filosofía Agustín Rayo, del Massachusetts Institute of Technology, MIT.

En el último apartado de artículos, acerca de la relación entre ciencia, tecnología y creatividad, Danisa Peric en “Las manos que piensan. Reflexiones en torno al pensar y hacer en conjunto”, examina las posibilidades de usar creativamente la ciencia y la tecnología hacia la innovación centrada en el ser humano. Para ello analiza el trabajo que, en todo el mundo, realizan las plataformas FabLab, un modelo de laboratorio que provee libre acceso a conocimientos y herramientas para hacer (casi) cualquier cosa. Este proyecto, que busca un futuro sostenible, propone que cada nodo de fabricación sea un FabLab, y que estos nodos, trabajando en red, generen un ecosistema de producción e innovación distribuida —mediante manufactura avanzada, redes energéticas e infraestructura inteligente— y una educación basada en el “aprender haciendo”. Afirma que cuando el proyecto involucra a grupos humanos debe ser abordado de manera transdisciplinaria, y la dimensión ética debe aflorar en cada uno de los integrantes, independiente del rol que juegue cada uno.

Daniel Cruz contribuye con “Bucle y fantasma”, artículo en el que vincula Arte, Ciencia y Tecnología, porque, afirma, desde diversos lugares resuenan las agencias del diálogo entre ellos, de posibles cruces e interacciones que fusionan modelos de pensamiento, los cuales, en algunas ocasiones, provocan acercamientos tangibles que delatan proximidades de interés. Para singularizar este asunto propone un acercamiento a los con-

ceptos “iteración” y “aliteración”, los cuales permitirían un esbozo desde lo procedimental, tanto teórico como práctico, acerca de la vinculación entre arte, ciencia y tecnología. Por otra parte, la idea del artista como un motor y acelerador de contingencia es seductora. En especial en la dimensión actual, en la que los parámetros del conocimiento sobre el cual hemos sido instruidos se modifican a una velocidad vertiginosa. Esto ha generado una expectativa respecto de la producción artística en diálogo con otros campos del conocimiento, expectativa que, muchas veces, sobrepasa los alcances propios del arte y que, quizás, propone esfuerzos abismales para estar al ritmo de las urgencias propias de la sociedad y la cultura locales.

El volumen se cierra con un texto clásico, unos versos selectos de *Antígona*, de Sófocles. En la *Antígona* de Sófocles está el llamado “Canto al hombre”, ese famoso estásimo en el cual el autor canta la grandiosidad y terribilidad (*deinotés*) de la especie humana. Dicha terribilidad consiste en dos aspectos: la capacidad de controlar y modificar la naturaleza y el curso natural de las cosas, y la posibilidad de darse a sí mismo tres aprendizajes: el habla, la capacidad de discernimiento ético-político y la de instituir la convivencia mediante instituciones ficticias. Desde antiguo destaca esa enorme capacidad de los humanos de sacar provecho a la naturaleza, y, además, a pesar de ser tan frágiles como individuos, de ser tan tremendos como grupo para controlar y fundar la convivencia.

Esperamos que este conjunto de aportes estimule en los lectores el afán por integrar el saber técnico con la habitación humana en la que tiene lugar, puesto que nadie puede desprenderse de ella.

Comité Editorial



## **Las ingenierías: la aparición de la racionalidad científico-técnica<sup>1</sup>**

Sol Serrano<sup>2</sup>

De las tres profesiones científicas del siglo XIX, la que tuvo una evolución más lenta y difícil en su proceso de profesionalización fue la ingeniería. Ello no es sorprendente, puesto que, a excepción de Francia, en la primera mitad de siglo XIX la ingeniería era un oficio técnico ligado al desarrollo práctico de la revolución industrial, y su institucionalización como profesión se inició con la incorporación del método y de la teoría científica a la tecnología (Layton, 1986, p. 3). El ingeniero científicamente formado, señala Layton, aparece con la transición de pequeñas a grandes organizaciones, en las cuales las capacidades del artesano, del práctico y del empresario ya no son suficientes. En el caso inglés, por ejemplo, la relación entre industria y ciencia fue tardía en el siglo. Los ingenieros eran formados en las propias industrias y los estudiantes de las disciplinas afines se orientaban más bien a la enseñanza que a la empresa (Rothblatt, 1968, p. 268; Sanderson, 1972, pp. 6-8). En el caso norteamericano, durante la primera mitad del siglo los ingenieros se formaron en las grandes obras públicas, como canales y ferrocarriles, y en el último cuarto de siglo la industria norteamericana comenzó a aplicar

---

<sup>1</sup> Quinta sección del Capítulo IV “La formación de las profesiones: iniciativa estatal y demanda social”. Serrano, S. (1994). Universidad y nación. *Chile en el siglo XIX*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. Agradecemos a la Editorial por autorizar esta transcripción del texto original.

<sup>2</sup> Doctora en Historia y Premio Nacional de Historia 2019.

el conocimiento científico y, por tanto, a requerir ingenieros formados en las ciencias (Layton, 1986, p. 2). En 1849, las ciencias aplicadas y las ingenierías, consideradas demasiado prácticas y plebeyas, comenzaron a ser incorporadas al *curriculum* de algunas universidades estatales y colleges privados (Metzger, 1987, p. 129). En Francia, con la creación de la École Polytechnique, en 1794, se constituyó un cuerpo estatal de ingenieros científicamente formados, que presidieron las grandes obras públicas y estuvieron desde temprano ligados al desarrollo industrial. Ello les valió ser algo así como el gran modelo de la ingeniería decimonónica, modelo que tuvo una gran influencia en Chile.

Si la formación de la profesión de ingeniero estuvo ligada a una fase avanzada de la industrialización en los países del centro, con cuánta mayor razón su formación sería lenta y dificultosa en un país agrario y minero que vivía los inicios de la industrialización. El Estado estimó necesario fomentar los estudios en las ciencias aplicadas para contribuir a este fenómeno. Nuevamente nos encontramos ante una profesión que no se formó sobre la base del desarrollo interno de un oficio tradicional, sino por la voluntad de la autoridad central. Al igual que en medicina, la participación del Estado fue capital para construir la base cognitiva y, en menor grado, para darle prestigio social; pero, al contrario de las otras dos profesiones vistas, el Estado se negó a regular legalmente el ejercicio y, por tanto, a constituir un monopolio de sus servicios. La regulación sería un fenómeno posterior, fruto en parte de la presión gremial de los propios ingenieros. Sin embargo, ingeniería fue la profesión que, en mayor grado, dependió del Estado para la construcción de su mercado, pues fue el gran demandante de sus servicios.

La formación de las ingenierías tuvo que enfrentar severas dificultades en sus inicios: no tenía una tradición sólida como oficio práctico ni un desarrollo docente, no gozaba de prestigio social y su mercado era, por decir lo menos, precario.

Durante el período colonial y principalmente en el siglo XVIII, las obras de ingeniería fueron realizadas por ingenieros españoles y extranjeros contratados para estos efectos, generalmente vinculados a la

rama de ingeniería del ejército<sup>3</sup>, como lo estuvieron los pocos ingenieros chilenos (Marín Vicuña, 1935, p. 10). La Universidad de San Felipe (USF) tuvo una Facultad de Matemáticas, pero la cátedra se impartió con intermitencia y largas vacancias. La Academia de San Luis puso énfasis en estos estudios y logró formar algunos estudiantes con conocimientos de geometría<sup>4</sup>. Con la fundación del Instituto Nacional (IN) se regularizaron los cursos de matemáticas en un nivel elemental. Su rector, el presbítero Francisco Puentes, que no tenía entrenamiento formal en la materia, formó a los primeros agrimensores. No fue hasta la llegada del ingeniero español Andrés Antonio Gorbea, exiliado liberal contratado por el gobierno de Chile en Londres, en 1826, que se establecieron cursos de matemáticas a nivel superior para formar agrimensores. En 1831 se reglamentó por primera vez la profesión, estableciendo los requisitos para obtener el título que habilitaba para ser nombrado por los Tribunales en la medición de las propiedades<sup>5</sup>. La enseñanza estaba a cargo de Gorbea y de dos chilenos, José Antonio Gatica y Francisco de Borja Solar, alumno y discípulo de Gorbea.

A fines de la misma década se iniciaron los estudios mineralógicos en el norte chico, que establecieron las redes con la ingeniería francesa. En 1817 llegó a Chile Carlos Lambert, ingeniero titulado en la Escuela Politécnica francesa, como representante de una compañía minera

---

<sup>3</sup> En el período colonial se sabe de 50 ingenieros que ejercieron como tales en Chile. 43 de ellos llegaron entre 1700 y 1818, la mayoría españoles, del cuerpo regular de ingenieros militares del Ejército Real. Sergio Villalobos R., S. (ed.). (1990). *Historia de la ingeniería en Chile*. Chile: Ed. Hachette, p. 78. Sobre la ingeniería colonial, ver también Greve, E. (1938-1944). *Historia de la ingeniería en Chile*. Santiago de Chile: Imprenta Universitaria. Tomo I, y Marín Vicuña, S. (1935). *Bosquejo histórico de la enseñanza de la ingeniería en Chile*. Santiago de Chile: Ed. Nascimento.

<sup>4</sup> Fue el caso de Vicente Caballero, destinado como Sargento Mayor a las fortificaciones de Valdivia. Los profesores Agustín Caballero y José Ignacio Santa María pertenecían también al ejército. (Marín Vicuña, 1935, p. 10).

<sup>5</sup> La profesión se reglamentó a raíz de los alumnos de Gorbea. El programa exigía estudios en aritmética, álgebra, geometría especulativa, trigonometría rectilínea, geometría práctica y descriptiva, topografía y dibujo. Después de un año de práctica, el gobierno otorgaba el título de Agrimensor General de la República. Amunátegui y Solar, D. (1889). *Los primeros años del Instituto Nacional: (1813-1835)*. Santiago de Chile: Impr. Cervantes, pp. 545-547. El proceso de desvinculación de la propiedad agrícola fue el campo laboral principal de los agrimensores. Ver Villalobos, S. (1973). *Claudio Gay y la renovación de la agricultura chilena*. Santiago de Chile: Instituto de Capacitación e Investigación en Reforma Agraria (ICIRA), p. 49, y Galdames, L. (1934). La Universidad de Chile: (1843-1934). Santiago de Chile: Prensas de la Universidad, p. 77.

inglesa en La Serena. Sorprendido por las pérdidas que ocasionaban en Chile las prácticas tradicionales del laboreo de minas y los altos costos de la fundición del mineral del cobre, introdujo adelantos tecnológicos fundamentales, como la instalación de fundiciones de reverbero. Hizo ver al Tribunal de Minería la necesidad de incorporar nuevas tecnologías y formar estudios en el área. El gobierno le encomendó que buscara un profesor para iniciarlos. Lambert, en un viaje a París, se contactó con sus antiguos profesores y fue así como llegó a Domeyko (Villalobos, 1990, p. 86; García, 1987; Ampuero Brito, 1987, pp. 43-45). Este, por su parte, desilusionado de la actividad política como exiliado polaco en París, se había trasladado a la baja Alsacia, contratado por una compañía minera de hierro, para descubrir nuevas minas e instalar una fundición por un sueldo de 1.200 francos. Allí recibió una carta de su antiguo profesor de mineralogía Defrenoy ofreciéndole ser profesor de química y mineralogía en La Serena, con un sueldo equivalente a 6.000 francos. Domeyko aceptó de inmediato, movido principalmente por el interés científico de conocer tierras lejanas. Se embarcó a Chile en 1837, con treinta cajones destinados a formar su laboratorio. Llegó directamente a Coquimbo y su sorpresa fue enorme al comprobar las técnicas utilizadas y su total desvinculación de cualquier forma de conocimiento. En Coquimbo no se conocía el arte de los ensayos, relata, había industria y comercio del cobre, pero los dueños de minas vendían el mineral a comerciantes extranjeros o fundidores del país sin conocer su ley. Creían que la mineralogía consistía en buscar filones de plata, oro y cobre, y obtener metales puros a través de la fundición de los minerales extraídos. A pesar de su asombro, Domeyko se explicaba esa ignorancia: “¿Y qué importa que no conocieran la química, la física, las ciencias naturales? La agricultura les daba abundantes cosechas de trigo; la minería, considerables riquezas en plata y cobre y el comercio libre les abría relaciones con todos los países del mundo” (Domeyko, 1977, T.1, pp. 178-179). Domeyko comprendió que su curso debía adaptarse a las condiciones existentes, abandonó su intención de comenzar por los principios teóricos básicos y comenzó directamente por la experimentación, para mostrarles no sólo a sus alumnos sino a los dueños de minas cuál era el significado práctico y productivo de los conocimientos científicos. Aunque ese era un “traba-



jo que no asumiría ningún profesor en Europa”, no había otra forma de iniciar la enseñanza con hijos de dueños de minas, de hornos fundidores o de amalgamadoras como eran sus alumnos. Los primeros exámenes fueron rendidos ante las autoridades locales y los apoderados. Domeyko logró su objetivo y los alumnos demostraron la utilidad de sus conocimientos en el ensaye de diversos minerales<sup>6</sup>.

La experiencia de Domeyko en Coquimbo revela muy bien las dificultades que enfrentaban estos estudios en Chile y fue fundamental para su propia concepción de cómo fundarlos. La flexibilidad de Domeyko para adaptar su sólida formación científica a la formación profesional y ligar ésta con la producción, fue en cierto sentido el modelo que guio la fundación de las ingenierías. Su primer paso había sido generar adhesión social a estos estudios, pero previendo su inestabilidad por falta de profesores, propuso que el gobierno becara a sus mejores alumnos para estudiar en Europa. En su productivo viaje a Santiago, en 1842, se lo pidió al ministro Manuel Montt, quien lo aprobó. En 1847, dos de los tres becados se iniciaban como profesores en el Liceo de La Serena (Feliú Cruz y Stuardo, 1962)<sup>7</sup>.

A comienzos de la década de 1840 los estudios de agrimensura y ensayaduría estaban incorporados al sistema educacional y la profesión de ingeniero; aunque el título no existía, adquirió su expresión institucional con la creación del Cuerpo de Ingenieros Civiles, en 1842, encargado de la supervisión de las obras públicas, privadas y estatales en toda la República, compuesto por un director y seis ingenieros subalternos (Greve, 1938-1944, T2, p. 378). Su capacidad real para evaluar los proyectos en curso fue débil, por escasez de personal y de presupuesto, pero, desde la perspectiva de la profesión, tuvo la importancia de ser inicialmente un centro docente en materias de ingeniería civil y una sali-

---

<sup>6</sup> Los cursos de Domeyko no otorgaban el título de ensayador general sino certificados que habilitaban para optar al título.

<sup>7</sup> Los alumnos fueron Manuel Osorio, Antonio Alfonso y Teodosio Cuadra, el primero enviado a la Escuela Práctica de Minas de Saint Etienne, que no volvió al liceo, y los otros dos a la Escuela Superior de Minas. Claudio Gay era su apoderado en París y relató con detalle el avance de sus estudios a distintas autoridades chilenas.

da profesional para los jóvenes chilenos titulados (Id., p. 379; Villalobos, 1990, p. 124; Barros Arana, 1905-1906, p. 264)<sup>8</sup>.

La fundación de la Universidad de Chile situó los estudios físicos y matemáticos dentro de un objetivo nacional y su Facultad contribuyó a darle una cierta institucionalidad a sus cultores. El reglamento de 1844 ordenó el programa de estudio y estableció exigencias menores que en las otras profesiones, pues el ingreso a los cursos superiores de matemáticas no requería de bachillerato de humanidades, sino sólo de algunas materias. Estableció los requisitos para el grado de bachiller y de licenciado en ciencias físicas y en matemáticas, grados que casi no se otorgaron por no ser requisito para un título profesional. En los hechos, después de cursar los estudios matemáticos secundarios y superiores en el IN y de realizar una práctica aprobada por el Cuerpo de Ingenieros, se optaba al título de agrimensor.

La primera labor de la Universidad de Chile fue establecer los estudios de mineralogía para el ensayador general. Para ello, nuevamente vía Claudio Gay, se contrató en París al ingeniero francés León Crosnier, también graduado de la Escuela de Minas, para que dictara la cátedra de química mineralógica en Santiago, con un sueldo de 2.000 pesos anuales en 1844. La preocupación de las autoridades era ligar estos estudios con posibles ocupaciones para estimular la demanda de los alumnos. El ministro Montt pidió a Domeyko un proyecto para la formación de ensayadores generales, tanto en el IN como en La Serena. El informe de Domeyko proponía la creación de un Colegio de Minas, como el de México o como la Escuela de Minas de París, destinado a formar ensayadores en el aspecto técnico de la mineralogía para el sector privado, e ingenieros de minas o peritos facultativos destinados a ser administradores de minas y peritos en litigios. El Estado debía reglamentar sólo

---

<sup>8</sup> El Reglamento establecía un programa completo de estudios de ingeniería que no se cursaron, pero Gorbea, como su primer director, enseñó algunos de ellos a quienes ingresaban como ingenieros civiles, pero que era agrimensores. Luego esa docencia pasó a la Universidad de Chile. Su primer director fue Gorbea y los ingenieros subalternos eran Francisco de Borja Solar y Agustín Verdugo, ingenieros primeros; José A. Álvarez Condarco y José Pérez, ingenieros segundos; José Antonio Barra y Francisco Velasco, ingenieros terceros, todos chilenos y la mayoría discípulos de Gorbea.

esta última, porque sus labores judiciales y administrativas incidían en el bien público y representaban una labor social. El ejercicio de los ensayadores, por el contrario, debía dejarse a la libertad del mercado. Con ello Domeyko planteaba un problema que sería central para la profesión: la obligatoriedad del título para ambas funciones. Como en el sector privado, sostenía, las relaciones particulares eran mucho más importantes que los certificados, el Estado debía contratar sólo a los titulados y crear ocho cargos públicos para esta profesión<sup>9</sup>. El proyecto no se materializó por falta de recursos, pero se establecieron los cursos para formar ensayadores en el IN. En 1847, renunciado Crosnier, la cátedra fue asumida por el propio Domeyko<sup>10</sup>.

La Universidad pretendía dos objetivos difíciles de conjugar. Por una parte, necesitaba reforzar los estudios y ampliar y profundizar sus materias, y, por otra, fomentar el ingreso de alumnos evitando altas exigencias y ofrecer un campo laboral. La tensión entre las dificultades docentes para establecer un programa de estudios científicos y las dificultades para establecer un mercado profesional marcaron el período. El supuesto que guio la tarea universitaria fue que sólo creando la oferta podría estimularse la demanda. Aunque hubiera pocos alumnos y su destino profesional fuera incierto, la Universidad formaría la mejor base cognitiva posible para fomentar a mediano plazo la demanda de los alumnos y del mercado. Tarde o temprano, Chile necesitaría ingenieros y había que formarlos<sup>11</sup>.

---

<sup>9</sup> La memoria se encuentra bajo el título “Cultivo de las ciencias físicas”, *Gaceta de los Tribunales y de la Instrucción Pública*, Santiago, 16 y 30 de noviembre, 1844. Domeyko envió el original al ministro, acompañado del reglamento del Cuerpo de Ingenieros de Francia y de la Escuela de Minas de París. *Archivos del Ministerio de Educación, AME*. Vol. 14, f. 46.

<sup>10</sup> De acuerdo con la legislación minera, la mensura de minas debía hacerla un perito facultativo. Desde 1847, ese perito debía ser un ingeniero de minas, pero ese nombre no indicaba necesariamente un título profesional sino una nominación. En 1854 se creó el Cuerpo de Ingenieros de Minas, encargado de la vigilancia del cumplimiento de la legislación relativa a las faenas mineras de la mensura y de la recopilación de información. Sin embargo, apenas aparece en la documentación revisada: no tuvo vínculos con la Universidad y no fue mencionado como un cuerpo importante para la profesión. En 1856, Domeyko redactó el arancel de los ingenieros de minas. *AME*. Vol. 40, f. 158.

<sup>11</sup> Sobre la necesidad de reforzar los estudios, a pesar de la falta de alumnos, ver “Curso de Química en el Instituto Nacional”, *El Progreso*. Santiago, 620. 9 noviembre 1844; “Memoria de Rector del Instituto Nacional”, *Anales de la Universidad de Chile, AUCH*, 3. 1846, pp. 206-207; “Comunicación del Ministro de Instrucción al Intendente de Coquimbo”. 16 de marzo 1849. *AME*. Vol. 22. s.f. (contiene proposiciones de Domeyko sobre curso de minas en La Serena).

Al comenzar la década de 1850, los estudios matemáticos en el IN (Hernández Ponce, 1988, pp. 125-168) tenían seis cátedras, dictadas por cuatro chilenos y dos extranjeros, que preparaban para el título de agrimensor y ensayador general<sup>12</sup>. Ambos títulos parecían insuficientes para las aspiraciones de la Facultad. De allí que, junto con la creación de la Sección Universitaria, Domeyko decidió emprender una reforma mayor y fundar las ingenierías en 1853. El nuevo programa comprendía los títulos de ingeniero geógrafo (que reemplazaba al de agrimensor), ingeniero de minas, ingeniero de puentes y caminos, ensayador general y arquitecto<sup>13</sup>. El objetivo de la reforma era establecer la ingeniería civil para incorporar a los chilenos a las grandes construcciones de obras públicas y elevar el estatus académico de las ingenierías, con el fin de que fueran profesiones propiamente científicas.

La reforma estableció como requisito de ingreso el curso completo de matemáticas en el IN. Ello se contradecía con el artículo 17 de la Ley Orgánica de 1842, según el cual no se podía ejercer una profesión científica sin el grado de licenciado. Bello sostuvo que debía exigirse grado académico, mientras Domeyko defendió la equivalencia del título al grado por el nivel de los estudios y para fomentar el ingreso de alumnos. El gobierno optó por esta posición. Las ingenierías pasaron a ser una

---

<sup>12</sup> Topografía por el profesor Francisco de Borja Solar, rector del IN, agrimensor y miembro del Cuerpo de Ingenieros; Álgebra Superior y Geometría por Ignacio Valdivia, egresado del IN y ayudante de Moesta en el Observatorio Astronómico; Arquitectura por Brunet de Baines, arquitecto francés contratado como arquitecto de gobierno (por lo cual su cátedra fue frecuentemente interrumpida; sobre su contratación, ver AME, Vol. 29, f. 22); Botánica por el farmacéutico Vicente Bustillo, en conjunto con los alumnos de medicina y física experimental; Química General y Manipulaciones Químicas por Domeyko.

<sup>13</sup> El programa comprendía tres años de cursos comunes para las ingenierías, en los cuales se estudiaba Álgebra Superior, Trigonometría Esférica, Geometría de las dimensiones, Física Superior, Química General, Cálculo Diferencial e Integral, Topografía, Geodesia, Principios de Mecánica y Nociones de Astronomía. Los ingenieros geógrafos debían realizar además un trabajo práctico de topografía y geodesia; los civiles debían agregar un curso de puentes y caminos, dibujos de máquinas, aplicación de la geometría descriptiva al corte de piedra y madera, arquitectura, nociones de mineralogía y geología y una práctica; los de minas no estudiaban geodesia y cálculo diferencial e integral del programa común, y los reemplazaban por docimasia, mineralogía, geología, mensura y laboreo de minas, más la práctica. Para recibir el título se requería dar un examen final, teórico y práctico. El título de ensayador general requería de estudios de física, química, mineralogía, tratado de ensayos y un año de laboratorio junto a un examen final. El de arquitecto comprendía dos años de estudios no especificados y seis meses de práctica. Decreto 7 de diciembre 1853: *AUCH*, 11. 1854, pp. 601-607.

profesión científica<sup>14</sup>. Por ello se suprimió el título de agrimensor junto con la reforma, y en 1865 el de ensayador general, reemplazado por el de ingeniero de minas. Arquitectura, por su parte, fue en este período sólo un curso y no logró establecerse como profesión<sup>15</sup>.

Las ingenierías ocupaban un rango menor en prestigio que leyes y medicina. De acuerdo con las autoridades universitarias, sus alumnos eran los menos preparados y los de más baja extracción social<sup>16</sup>. Los académicos de la Facultad señalaron, en reiteradas ocasiones, que sólo leyes era considerada una carrera “decente”, digna de caballeros, mientras se menospreciaban las ciencias industriales<sup>17</sup>. Según el ingeniero Manuel Salustio Fernández, el mayor obstáculo para el fomento de las ciencias aplicadas estaba en “las infundadas preocupaciones que existen arraigadas en el corazón de nuestros hombres, acerca del pobre y humilde origen de las profesiones industriales...”<sup>18</sup>. Un estudio, realizado en 1860, señalaba que cuatro quintos de los alumnos de matemáticas de la sección preparatoria del IN desertaban, por “la escasa fortuna o la naturaleza del trabajo de sus padres”<sup>19</sup>.

---

<sup>14</sup> *AUCH*, 11, 1854, pp. 311-312 y 342-343: “Comunicación de Ignacio Domeyko al Ministro de Instrucción”, 2 de junio de 1853, *AME*, Vol. 44, s.f.: Decreto 1 de septiembre de 1854, *AUCH*, 11, 1854, p. 397. El tema volvió a tratarse en 1865. *AUCH*, 27, 1865, pp. 93-96.

<sup>15</sup> La supresión del título de agrimensor suscitó una discusión reveladora de la política universitaria. Algunos sostuvieron que debía mantenerse, pues sus servicios eran más baratos. El Consejo Universitario no transigió, sosteniendo que si existía alguna demanda por ser agrimensor había que aprovecharla para subir el nivel de la profesión: “Desde que los agrimensores podrían ejecutar casi la totalidad de las operaciones lucrativas que se presentan en el país, serían contados los que se dedicarían a los ramos superiores por afición a la ciencia, y Chile estaría condenado a buscar en el extranjero cada vez que hubiere menester de un individuo que poseyese el conocimiento de estos ramos”. “Memoria del Secretario General de la Universidad de Chile”. *AUCH*, 23, 1863, pp. 815-816.

<sup>16</sup> “Plan de estudios del curso de Humanidades”, *AUCH*, 15, 1858, p. 105. Ello era igualmente válido en el Liceo de La Serena. Su rector señalaba que “el estudio de esas ciencias es emprendido casi exclusivamente por aquellos jóvenes poco acomodados, que ven en la carrera que a ellas conducen una perspectiva de lucro y provecho honroso”, *AUCH*, 12, 1855, p. 555.

<sup>17</sup> El estudio de Frank Safford sobre la educación industrial en Colombia trata este mismo tema como una de las dificultades para la formación de las ingenierías. Safford, F. (1976). *The Ideal of the Practical. Colombia's Struggle to Form a Technical Elite*. Austin, Texas: University of Texas.

<sup>18</sup> Manuel Salustio Fernández, “Memoria sobre la necesidad y medios de fomentar en Chile el estudio de las ciencias físico-matemáticas aplicadas a la industria y artes”. *AUCH*, 1854, pp. 205-206.

<sup>19</sup> Informe de Francisco de Borja Solar al rector de la Universidad”. *AUCH*, 18, 1860, p. 491, Gabriel Izquierdo, “Sobre los defectos que se notan en la enseñanza de las matemáticas preparatorias en Chile”. *AUCH*, 13, 1856, pp. 345-359.

El programa de 1853 tuvo serias dificultades para llevarse a cabo, por la vacancia de las cátedras de Puentes y Caminos, Dibujo de Máquinas y Explotación de Minas. Esta última fue suplida por textos que permitieron titularse a los primeros ingenieros de minas. No fue el caso de los ingenieros civiles, cuyo programa demoró en completarse, recibándose sólo cuatro en este período. La escasez de profesores resultaba crónica, pues quienes estaban en condiciones de ser docentes, chilenos o extranjeros, estaban por lo general también ocupados en las minas o en obras públicas fuera de Santiago.

La profesión se hallaba estancada en un círculo vicioso cuyas relaciones de causa y efecto eran discutibles. Por un lado, no tenía un programa de estudios completo que preparara a los alumnos, teórica y prácticamente, para competir con los extranjeros contratados para las grandes obras. Por otro, tenía muy pocos alumnos debido a su carencia de prestigio social y de mercado, y no tenía mercado ni prestigio porque los ingenieros chilenos no estaban suficientemente bien preparados<sup>20</sup>.

Para Domeyko, el problema no residía tanto en la falta de mercado, cuanto en la dificultad para establecer los estudios, de allí que, a partir de la década de 1860, reforzara su estrategia de contratar profesores extranjeros, becar alumnos chilenos y acentuar el aprendizaje práctico enviando a los alumnos a las grandes obras en construcción, principalmente en ferrocarriles. En 1858, el CU pidió al gobierno la contratación de dos profesores extranjeros para las cátedras de Puentes y Caminos y Explotación de Minas<sup>21</sup>. No fue fácil encontrarlos, pues, como señalaba el representante de Chile en Bélgica, “los hombres de algún mérito en estas profesiones encuentran en Europa fácil colocación y muy particularmente en Rusia, Dinamarca y Suecia”<sup>22</sup>. Por medio de un

---

<sup>20</sup> Domeyko señalaba, en comunicación al ministro en 1863, que las ingenierías eran las carreras que necesitaban mayor estímulo, porque “ellas tienen que luchar por ahora contra la competencia que les hacen los ingenieros extranjeros y contra la desconfianza de la gente del país, que generalmente no puede todavía acostumbrarse a creer que un joven chileno puede ser tan buen ingeniero como un extranjero. Al propio tiempo, los estudios que exige cada una de estas profesiones son muy vastos y dilatados, y los jóvenes que a ellos se dedican son pobres...”, 2 marzo 1863, *AME*, Vol. 133, s.f.

<sup>21</sup> 4 de mayo de 1858, *AME*, Vol. 40, f. 208.

<sup>22</sup> *AME*, Vol. 29, p. 111, f. 316.

profesor de Berlín, finalmente se contrató en 1861 a Adolfo Ballas, 30 años, soltero, prusiano e ingeniero civil, quien aceptó “el cargo menos por el interés del sueldo que por proporcionarse la ocasión de conocer una bella porción del continente americano”. El contrato era por cuatro años con un sueldo de 10.000 francos anuales (2.000 pesos), y sus obligaciones eran impartir una cátedra de cuatro sesiones semanales de hora y media en el IN; a 40 “lecciones populares” al año, además de los gastos de transporte y la compra de libros e instrumentos que costaron en total 6.657 francos<sup>23</sup>. Ese mismo año se contrató a Luis Larroque, ingeniero de minas de París, para la otra cátedra en condiciones similares<sup>24</sup>. Ambos iniciaron sus clases en el IN, pero el gobierno les encomendó diversas misiones profesionales: Ballas en ferrocarriles y Larroque en las minas de cobre en el norte y de carbón en el sur, que interrumpieron la docencia. Ambos renunciaron en 1865. Algunos alumnos de ingeniería civil alcanzaron a hacer la práctica con Ballas. Ese mismo año, el consulado en Bélgica buscó su reemplazante sin éxito, y en 1871 el ministro plenipotenciario en París contrató al francés Ernest Anzard, titulado en la Escuela Central de París. Estas búsquedas no fueron fáciles. En algunas oportunidades, cuando los contactos personales no dieron resultados, se pusieron avisos en la prensa y los concurrentes solían no poder “justificar su capacidad”. El gobierno exigía certificados académicos y de desempeño profesional, y en 1870 ofrecía como sueldo 15.000 francos, los gastos de transporte e instrumentos, más un viático de 3 pesos diarios en las misiones profesionales oficiales. Según el cónsul en Bélgica, un profesor de primera clase exigía, por lo mínimo, un sueldo de 5.000 pesos o 25.000 francos<sup>25</sup>.

Luego de la renuncia de Larroque, se nombró profesor al chileno Uldaricio Prado, con estudios en la Universidad de Friburgo<sup>26</sup>, y el

---

<sup>23</sup> AME, Vol. 29, f. 113, 316; AMF, Vol. 84, s.f.

<sup>24</sup> AME, Vol. 29, f. 119. Su traslado y la compra de libros e instrumentos costó 4.092,50 francos.

<sup>25</sup> AME, Vol. 155, s.f. (comunicaciones de la Legación chilena en Bélgica al ministro de Instrucción, 1865, y del Ministro Plenipotenciario en París 1870, 1871).

<sup>26</sup> No fue posible verificar si Prado fue becado por el gobierno o se financió él sus estudios. Sobre su formación profesional, ver la petición que Domeyko le hace al ministro para que nombre a Prado profesor. AME, Vol. 133, p. 56, f. 1.

contrato de Anzart no fue renovado en 1876, pues la segunda estrategia para consolidar los estudios estaba dando sus resultados: ya había chilenos con estudios en Europa que podían hacerse cargo de la docencia.

Esta estrategia había comenzado con los alumnos de Domeyko en 1842, con resultados relativos. En 1849, no tenemos certeza si enviados inicialmente por el gobierno o financiados una vez que estuvieron allá, aparecen becados en la Escuela Central de Artes y Manufacturas de París Manuel Valdés Virgil, Adriano Silva y Manuel Aldunate, con un costo anual por estudiante de 3.936 francos. Sólo el primero obtuvo el título de ingeniero civil, Silva salió mal en su examen y Aldunate se enfermó. Pero lo relevante es que, con o sin título, luego de sus estudios hicieron una práctica bajo la vigilancia del Ministerio de Trabajos Públicos francés y, más tarde, Valdés fue enviado a Inglaterra, Bélgica y Holanda para conocer los trabajos hidráulicos, sistemas de esclusas y disecciones, mientras Silva se dirigió a estudiar los trabajos telegráficos en Francia. La estadía de ambos, según una fuente, duró de 1846 a 1852, todo financiado por el gobierno. La inversión no estaba destinada sólo a formar docentes, sino también ingenieros chilenos que pudieran evaluar los contratos públicos con el extranjero y participar en su ejecución. Este era un aspecto clave de la transferencia tecnológica en la cual la maximización de los beneficios de los contratistas podía tener costos de la gestión. El representante de Chile en París, Francisco Javier Rosales, se lo decía al ministro con meridiana claridad cuando le recomendó que contratara a Valdés y a Silva para el estudio del proyecto del ferrocarril de Santiago a Valparaíso:

[ellos] saben hacer esos trabajos, no permita Ud. que los importunen los interesados o concesionarios del camino. Yo veo desde aquí las chicanas, las críticas, los disgustos que van a atraer sobre sí; se quiere que el Gobierno entre a ciegas en una empresa que una vez principiada será preciso continuarla. Los siete millones en que por ahora se estima ese camino por sus ardientes empresarios (sin accionista más que el pobre erario de Chile) se convertirán en quince, cuando no en veinte millones<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> AME, Vol. 29, p. 64, f. 208. Sobre los chilenos becados, ver *Ibid.*, p. 21.



El destino de estos tres becados no fue la docencia y, como la contratación de profesores extranjeros era inestable, Domeyko volvió a su idea. En 1867 el gobierno acogió la petición, pues había una preocupación compartida con la Universidad por el descenso del número de alumnos en los estudios físicos y matemáticos. Un estudio realizado por Alejandro Andonaegui, académico de la Facultad, indicaba que habían aumentado paulatinamente entre 1852 y 1862 y luego descendían, aun contabilizando los estudiantes de Coquimbo, La Serena y Concepción. El promedio de ingreso anual entre 1853 y 1868 era 13. Entre 1854 y 1864 ingresaron 176 alumnos, de los cuales 57 se habían recibido. Se volvía a plantear la tensión entre formación profesional y mercado laboral. Andonaegui sostenía que el mercado existía, pero que estaba ocupado por extranjeros, debido a que el programa de estudios no formaba al tipo de ingeniero que ese mercado requería. La falta de alumnos obligaba a fomentar aún más los estudios, pues

... mientras esto no se realice transcurrirán muchos años perdidos para nuestro progreso, y no habrá todavía ningún ingeniero civil chileno, o que haya hecho sus estudios en Chile, que pueda dirigir alguno de los muchos trabajos públicos que con tanta frecuencia se inician en el país bajo la dirección de ingenieros extranjeros o de individuos de dudosa competencia. Creo, a este último respecto, que echando una mirada a la historia de las obras públicas ejecutadas desde algunos años a esta parte no sería por cierto muy difícil descubrir los errores en su realización por falta de conocimientos y experiencia profesionales y patentizar con ejemplos si fuese necesario, la imperiosa necesidad que existe de tener ingenieros<sup>28</sup>.

En junio de 1868, una comisión de la Facultad, compuesta por su decano Francisco de Borja Solar, el propio Andonaegui, Domeyko y Luis Zegers Recasens, presentó un proyecto al CU que proponía reordenar los estudios, proveer las cátedras vacantes y crear nuevas como Construcciones, Mecánica Aplicada, Aplicación de la Geometría Descrip-

---

<sup>28</sup> Alejandro Andonaegui, "Discurso de incorporación a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas". *AUCH*. 30, 1868, p. 546.

tiva y Dibujo, en sus distintas aplicaciones; abrir anualmente el ingreso, crear seis plazas de ayudantes, enviar a los mejores alumnos becados y reforzar decididamente la enseñanza práctica<sup>29</sup>. En 1873 se volvió a proponer la misma reforma, insistiendo en la creación de nuevas cátedras, en la especialización de la cátedra de Mineralogía en Química, Docimasia, Mineralogía y Geología, y reforzar la ingeniería civil a través de la Estereotomía Mecánica Aplicada<sup>30</sup>.

El presupuesto para enviar estudiantes a Europa no fue considerado urgente por el Senado, aunque fue defendido en la Cámara por el diputado José Ignacio Vergara, uno de los pocos ingenieros que fue parlamentario en este período.

El señor ministro de Justicia sabe bien —señalaba criticando a Joaquín Blest Gana, que no había defendido el ítem en el Senado— que en los cursos relativos a las ciencias disminuye el número de alumnos de día a día; sabe que no existe en el país ningún estímulo para los individuos que se dedican a ciertas profesiones, como son las de ingeniero geógrafo, de ingeniero civil y otras, sabe también que la Facultad de Matemáticas, no hace mucho tiempo, se ha ocupado precisamente de esta cuestión y tratado de buscar los medios por los cuales pudiera cesar esta situación verdaderamente lamentable y triste... Si los que reciben un título profesional no tienen en qué ocuparse, porque en nuestros colegios no es posible perfeccionar sus conocimientos, es inútil que continuemos gastando en ellas<sup>31</sup>.

En 1871 se abrió un concurso al que se presentaron cinco postulantes y se escogieron tres para ser becados a Europa. Enrique Fonseca fue enviado a la Escuela de Minas de París, Ricardo Fernández a la

---

<sup>29</sup> *AUCH*, 30, 1868, pp. 759-760 y “Memoria del Delegado Universitario”, *AUCH*, 33, 1869, pp. 93-94.

<sup>30</sup> El decano Solar insistía en que, de no cumplirse este programa, se seguiría dependiendo de los ingenieros extranjeros que tenían un alto costo para el país. *AUCH*, 42, 1873, p. 147.

<sup>31</sup> SCL, Diputados, 1868, p. 385. El ministro, sin embargo, había defendido esta iniciativa en su Memoria del año anterior *AUCH*, 33, 1869, pp. 52-53.

Escuela de Puentes y Calzadas y Valentín Martínez a la Universidad de Gante, también en la especialidad de puentes y caminos. Los tres hicieron trabajos prácticos, visitaron industrias y laboratorios y viajaron por distintos países de Europa. Cada uno recibía 625 francos al mes, además de los gastos de transporte. El viaje de Fonseca, que duró desde octubre de 1871 a septiembre de 1873, tuvo un costo de 16.247 francos, sin contar los 249 francos que costó la comida en honor del director de la Escuela de Minas en el Hotel del Louvre, quien lo había invitado a su casa y había sido muy gentil con los chilenos. La cuenta llegó finalmente al Ministerio<sup>32</sup>.

En 1874 se abrieron las cátedras de Explotación de Minas, Resistencia de Materiales y Construcción de Ferrocarriles, a cargo de Fonseca y Fernández. Martínez se incorporó más tarde como profesor y Fonseca murió poco después. En 1875 se envió a Luis Zegers a París a estudiar física experimental, donde tomó cursos en la Escuela de Minas, en el Colegio de Francia y en la Escuela de Artes y Oficios, visitó importantes laboratorios y realizó estudios prácticos<sup>33</sup>. Compró libros e instrumentos de laboratorio para la enseñanza de la física experimental en los liceos y en la facultad por un costo aproximado de 33.000 francos<sup>34</sup>. En 1878 asumió la cátedra de Física Experimental, reorganizó los laboratorios e introdujo nuevos textos.

Hacia el final del período, faltaban los ramos de aplicación de la geometría descriptiva al corte de piedras y a la construcción de máquinas para completar el programa, y para que los estudios dejaran de ser un obstáculo central en el ingreso de los ingenieros chilenos al mercado laboral. Al mismo tiempo, se reforzó la enseñanza práctica, tanto en

---

<sup>32</sup> 30 de agosto 1872, *AME*, Vol. 155, fojas 1-3. Más adelante, y sin fojas, se encuentran varias comunicaciones del mismo tenor.

<sup>33</sup> *AME*, Vol. 290, p. 40, f. 1, p. 63, f. 1, p. 65, f. 1, 2. Informes de Domeyko sobre sus estudios y su posterior contratación en Chile.

<sup>34</sup> "Comunicación de Alberto Blest Gana, Ministro Plenipotenciario en París al Ministro de Instrucción", 1 junio 1877, *AME*, Vol. 155, s.f. La Legación Chilena solía recibir encargos de compras de libros y de instrumental que aparecen en estos volúmenes. Ese mismo año, Blest Gana gastó 13.838 francos en instrumentos de laboratorio para el Liceo de Copiapó.

ferrocarriles, construcción de puentes y obras de regadío, como en la mensura de minas y en el laboratorio de metalurgia<sup>35</sup>.

La Facultad, como expresión de los intereses profesionales de los ingenieros, tuvo una permanente preocupación por la regulación legal de su ejercicio o, dicho de otra forma, para que el título tuviera la exclusividad de algún desempeño, más allá de los informes requeridos en procesos judiciales mineros o agrarios. La profesión no tenía ningún privilegio legal, pues el título no era requisito para ningún empleo, ni siquiera para ser miembro del Cuerpo de Ingenieros. Domeyko, como buen *ancien politechnicien*, consideraba que una de las ocupaciones fundamentales de la profesión era el servicio público. Desde su Memoria sobre la Organización de un Colegio de Minas, ya citada, propuso la formación de cargos públicos exclusivos para ingenieros, y esa petición volvió a hacerse reiteradas veces y con insistencia en los planes de reforma de 1868 y 1873. No sin fundamento, el ingeniero Eulogio Allendes señalaba que los estudios de la Facultad estaban organizados como la Escuela Politécnica Francesa, pero sin ninguno de sus privilegios, pues no garantizaba un destino profesional<sup>36</sup>. Andonaegui, en su informe ya citado, señalaba, entre las soluciones para fomentar los estudios, la protección legal de la profesión por medio de la exigencia del título para determinados cargos públicos, sin que ello significara interferir en el rol del mercado:

Quando hablo de este género de protección no quiero significar que se establezca a favor de la profesión de ingeniero un sistema de recompensas inusitado; ni es posible no necesario que se dé a esta carrera una vida artificial, que en realidad no debe ni tiene para qué llevar. Ella puede existir por sí sola con los elementos con que el país cuenta para ejercitar la actividad de ingeniero; y la protección que debe prestársele por parte del estado no es otra que la que se presta a todas las otras profesiones científicas,

---

<sup>35</sup> Sobre la práctica de alumnos ver *AME*, Vol. 40, f. 224; Vol. 133, p. 6, f. 1; Vol. 206, p. 124, f. 4; Vol. 290, p. 62, f. 2.

<sup>36</sup> Eulogio Allendes, "Matemáticas o ciencias exactas: su marcha y progreso en Chile", *AUCH*, 16, 1859, p. 985.

la cual consiste en la organización administrativa de los ramos del servicio público respectivo en el sentido de encargar esta administración a los que poseen título para ello<sup>37</sup>.

El proyecto de 1868 proponía crear diez plazas en el Cuerpo de Ingenieros Civiles, que se proveyesen por concurso entre los jóvenes titulados, y la exigencia del título para ciertos cargos, como los del observatorio astronómico, oficina de estadísticas, ferrocarriles, telégrafo y la Casa de Moneda<sup>38</sup>. El entonces ministro de Instrucción, Joaquín Blest Gana, intervino en el debate con una posición distinta:

Sin rechazar esas indicaciones —señaló—... debe sin embargo observarse que la primera condición para llegar a estudiar es la de que las necesidades materiales o intelectuales de nuestra sociedad exijan el servicio de los ingenieros en tal extensión que despierte el interés de los estudiantes. Sin este antecedente, la protección que se otorgará producirá un resultado ficticio y momentáneo; porque las profesiones, como todo servicio, están subordinadas a la ley de la demanda y la oferta<sup>39</sup>.

El ministro aprobaba en toda su extensión el apoyo estatal a los estudios, pero consideraba que los servicios profesionales estaban sujetos a fenómenos que escapaban a la protección estatal oficial y que esta no era capaz de neutralizar.

La fundación de las ingenierías como profesión universitaria fue una iniciativa estatal que no respondió directamente ni al desarrollo interno de un oficio práctico que buscara estatus profesional y científico, como en Inglaterra y Estados Unidos, ni a la formación de una legión de funcionarios encargados de realizar las obras públicas, como en Francia. Como en el caso de Colombia, obedecía a una política estatal de reforma educacional, para crear una elite formada en los nuevos conocimientos

---

<sup>37</sup> Andonaegui, *op. cit.*, p. 554.

<sup>38</sup> *AUCH*, 31, 1868, p. 94.

<sup>39</sup> "Memoria del Ministro de Justicia, Culto e Instrucción Pública". *AUCH*, 33, 1869, pp. 52-53.

científicos y técnicos, destinada a incidir en el desarrollo económico. Si bien era una reforma “desde arriba”, que no respondía directamente a una demanda social, como lo prueba la escasez de alumnos y las dificultades para establecer un mercado laboral seguro, no era por ello una iniciativa extemporánea. Paralelamente al desarrollo de la base cognitiva de la profesión, el país vivía una importante transformación económica a partir de la década de 1860, por su progresiva incorporación a la economía mundial como exportador de materia prima y alimentos. Ello condujo a un desarrollo tecnológico mayor, tanto en la minería como en la creación de una infraestructura en puentes, caminos, obras de riego, puertos y muy principalmente ferrocarriles, que requería de la presencia de ingenieros. Estos fueron en su gran mayoría extranjeros no sólo porque, como contratistas, tenían mayor capacidad técnica y eran más confiables para sus clientes públicos o privados, sino porque tenían más vinculaciones con el sector financiero internacional y podían atraer créditos externos con mayor facilidad (Crowther, 1973, T1, p. 344). El sector minero, que dio el impulso inicial, fue desigual en su desarrollo tecnológico. Solo las grandes minas, la mayoría de propiedad extranjera, lo introdujeron, importando maquinaria y personal que iba desde los ingenieros hasta los operarios (Villalobos, 1990, p. 105). En la construcción de infraestructura pública y privada, el diseño de los proyectos y los ingenieros jefes fueron extranjeros, dejando a los chilenos un rol subalterno (Greve, 1938-1944, T3). En el desarrollo de la industria, importante a partir de 1860, la presencia de ingenieros era menos necesaria que la de mano de obra calificada, de capataces, mayordomos y empresarios. En una etapa de la industrialización basada en la producción de bienes de consumo, la presencia de los ingenieros, y particularmente de los que producía la Universidad de Chile, era menos importante que en el sector minero y de infraestructura<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Los trabajos de Muñoz, O. (1986). *Chile y su industrialización*. Santiago de Chile: CIEPLAN; Ortega, L. (1981). Acerca de los orígenes de la industrialización chilena, 1860-1879. *Nueva Historia*, Londres, 2, 3-54; García, *Incipient... op.cit.*, han demostrado que la formación de una industria moderna fue más temprana de lo que tradicionalmente se había señalado y que es anterior y no posterior a la Guerra del Pacífico. De estos estudios se infiere, principalmente del de Ortega, que los ingenieros no fueron una pieza central de este desarrollo como lo era una mano de obra calificada.

La construcción de ferrocarriles fue sin duda el campo laboral más importante para los ingenieros. Hacia 1887 se habían construido más de 2.000 km de líneas férreas a lo largo del país (Humud, 1969, p. 143). Tal como lo señalaban las autoridades universitarias, y más tarde lo han corroborado estudios especializados sobre el tema, los ingenieros chilenos tuvieron dificultades para incorporarse competitivamente en este campo, tanto por la lentitud con que la ingeniería civil se estableció en el Universidad, como por su desventaja técnica, financiera y de confianza en relación con los ingenieros extranjeros<sup>41</sup>. Al contrario de los médicos y de los abogados, los ingenieros no vendían su servicio directamente al consumidor, sino que eran profesionales dependientes de empresas mayores que los contrataban como empleados. Dependían de grandes inversiones de capital, en las cuales ellos, en cuanto profesionales, tenían poca incidencia y los inversionistas preferían contratar a los extranjeros. El tipo de servicio contribuía en el retraso de la constitución de un mercado para los chilenos. Las obras de ingeniería son proyectos de largo plazo cuyo diseño no requiere ser local. En este caso, no sólo la base cognitiva tenía carácter universal, sino también el servicio.

Estas dificultades no impidieron la conformación de un mercado para los chilenos. Domeyko señalaba, en su Memoria de 1872, que la gran mayoría de los titulados de la Universidad habían ingresado al mercado laboral.

Todos, en general, tienen ocupación más o menos lucrativa. Nadie ignora cuán importantes servicios prestan a los agricultores nuestros ingenieros geógrafos, y qué servicios prestaron particularmente en tiempo de la desvinculación de las propiedades; ellos son a los que emplea el Estado para formar su cuerpo de ingenieros civiles en la ejecución de varias obras importantes. Muchos ingenieros de minas y ensayadores generales dirigen los

---

<sup>41</sup> En ello concuerdan Ernesto Greve, Mario Vicuña, Sergio Villalobos R. y Win Crowther. También Hernández P., R. (1986). *Sabios extranjeros en el desarrollo cultural de Chile: 1810-1860*. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile, tesis inédita, p. 186 y ss, y Zimmerman, D. (1977). *British Influence in the Modernization of Chile, 1860-1914*. Dissertation Thesis, The University of Mexico, Ph D., p. 192 y ss.

trabajos de los ingenios y minas más importantes del país, y en el famoso y más reciente descubrimiento de Caracoles, son los preferidos de las compañías más acaudaladas de aquel distrito mineral, en fin, conocidos son los servicios que han prestado y continúan prestando los antiguos alumnos de topografía, de geodesia y de los cursos de puentes y caminos en los trabajos actuales de ferrocarriles<sup>42</sup>.

Domeyko reflejaba con bastante fidelidad la relación entre los títulos otorgados y las oportunidades laborales. Los titulados chilenos fueron predominantes en la agrimensura y la minería. Entre 1856 y 1879 se titularon 100 ingenieros geógrafos, 61 ingenieros de minas, y 4 ingenieros civiles, además de los 11 ensayadores generales que, a partir de 1860, se fundió con ingeniería de minas. Quienes se denominaban “ingenieros” y “agrimensores” en el período eran numerosos. Los Censos clasifican en esta categoría a 77 personas en 1854, a 191 en 1865, a 515 en 1875 y a 689 en 1885.

El Cuerpo de Ingenieros Civiles contribuyó a la práctica de los estudiantes e inició a varios en la profesión, pero su contingente era pequeño y sus sueldos muy bajos en relación con lo que ganaban los ingenieros contratistas<sup>43</sup>. En 1877, el senador e ingeniero Manuel Valdés Vigil, exdirector de la institución, defendía la necesidad de que el Estado contara con un organismo técnico que coordinara todas las obras públicas y fuera la organización autorizada en la materia pues, si bien los ministros podían ser abogados distinguidos, no tenían competencia para opinar sobre planos y proyectos. El personal del Cuerpo de Ingenieros

---

<sup>42</sup> “Memoria del Rector de la Universidad de Chile”, *AUCH*, 41, 1872, pp. 577-578.

<sup>43</sup> En 1857, su director, Adriano Silva, señalaba al ministro del Interior que era tanta su escasez de personal que debían destinar un ingeniero para dos y tres secciones, lo que resentía considerablemente su eficiencia. *Archivos del Ministerio del Interior*, AMI, Vol. 289, s.f. El director ganaba 2.000 pesos anuales, los ingenieros de primera 1.500 y los de segunda 1.200. Los extranjeros contratados para el Cuerpo de Ingenieros ganaban 2.000 pesos anuales. En 1851 estaba compuesto por 6 ingenieros (AMI, Vol. 192, s.f.), pero en 1876 había crecido a 25 con 13 de planta. En 1882, mientras el director seguía ganando 2.000, el superintendente de ferrocarriles de Valparaíso ganaba 6.000 desde 1864. En la construcción del ferrocarril de La Frontera, los ingenieros jefes de comisiones ganaban 7.000 y los ingenieros jefes de brigadas 5.000. Greve, *op. cit.*, T. 4, p. 163.



no podía reducirse a ser mayordomos de peones en la reparación de caminos<sup>44</sup>. Era el argumento clásico en favor de la profesionalización.

En el período aquí estudiado y a pesar de las dificultades reseñadas, se logró formar un cuerpo profesional que una década más tarde presionaría exitosamente para aprovechar la enorme ampliación de oportunidades que le brindaba la inversión estatal en obras públicas, posible a gran escala, fruto del excedente aportado por las exportaciones del salitre después de la Guerra del Pacífico. El final de la década de 1880 fue altamente significativa para la profesión, pues logró dos aspectos claves para iniciar un exitoso proceso de profesionalización: la exclusividad de ciertos cargos claves en el campo y su primera organización gremial.

El vasto proyecto de obras pública iniciado por la administración del presidente Balmaceda sobrepasaba la capacidad operativa del Ministerio del Interior y del Cuerpo de Ingenieros de su dependencia. Ello llevó a la creación del Ministerio de Industria y Obras Públicas en 1887, dividido en tres secciones: industria, ferrocarriles y colonización, y obras públicas. Para los ingenieros, la sección fundamental fue la Dirección de Obras Públicas, creada en 1888, pues aglutinó a la profesión y se transformó en la principal fuente empleo de la ingeniería chilena. Su función era evaluar, ejecutar y vigilar los trabajos públicos en las áreas de ferrocarriles y telégrafos, puentes, caminos y construcciones hidráulicas, arquitectura, minas, geografía y geodesia<sup>45</sup>. Para ello se continuó recurriendo a ingenieros extranjeros y sólo entre 1888 y 1890 se contrataron 70, tres de ellos como profesores, pero la presencia de chilenos fue también en aumento en los cargos directivos. De los siete jefes de comisiones de ferrocarriles en 1888, cuatro eran chilenos (Crowther, 1973, p. 429). Una de las mayores conquistas gremiales fue la exigencia legal del título de ingeniero para ser jefe de oficina. Era un importante paso en la

---

<sup>44</sup> En 1873 y 1877 se presentaron proyectos de ley para reformar el Cuerpo de Ingenieros, pero no prosperaron. La defensa de Valdés se encuentra en *Sesiones de los Cuerpos Legislativos, SCL*, Senado, 1877, p. 386.

<sup>45</sup> *Centenario del Ministerio de Obras Públicas*, Ministerio de OO.PP., Santiago, 1987.

profesionalización del campo en sus aspectos estrictamente técnicos. En los cargos directivos de carácter político, como ministro y subsecretario, tuvieron menos éxito. Ernesto Greve señala que, del tiempo transcurrido entre 1887 y 1900, sólo un 8% fue ocupado por ingenieros (Greve, 1938-1944, T4, p. 117).

Como señala Crowther, en este período de “chilenización de la ingeniería”, los ingenieros lograron establecer el dominio de su área, aunque continuó un fuerte tutelaje extranjero. “El punto era que esta importante actividad económica debía ser profesionalizada. Una vez establecido este punto, era sólo cosa de tiempo para que... el chileno sustituyera al extranjero” (Crowther, 1973, p. 483).

El mismo año que se fundó la Dirección de Obras Públicas, se fundó el Instituto de Ingenieros, la primera asociación profesional de los ingenieros chilenos. Su objetivo estaba directamente vinculado al vasto campo que se le abría y a la necesidad de que la profesión tuviera una voz autónoma e independiente. La primera convocatoria, firmada por 31 ingenieros, señalaba: “Hoy que en el país se van a iniciar trabajos de gran importancia, en el que está comprometido el reducido personal de ingenieros nacionales, es cuando más necesitamos de la unión y del estudio para mancomunar nuestros esfuerzos con las luces de la colectividad”<sup>46</sup>. Su primer directorio lo presidía Uldaricio Prado, decano de la Facultad, y Domingo Víctor Santa María, director de Obras Públicas. El Instituto venía a ser el tercer pilar, junto a la Universidad y a la Dirección de Obras Públicas, en la formación de la profesión y su principal objetivo era ser el interlocutor de la profesión frente al Estado. Al igual que la Sociedad Médica, el Instituto creó su propia revista, en 1889, los *Anales del Instituto de Ingenieros*, a través de la cual opinaba sobre materias como el *curriculum* universitario, los avances científicos en otros países, la situación de la profesión y los muy diversos proyectos en estudio y ejecución, desde la construcción del alcantarillado hasta los ferrocarriles<sup>47</sup>.

---

<sup>46</sup> Solar Manzano, V. (1978). *Los noventa años del Instituto de Ingenieros de Chile*, 1978, pp. 4-5, documento inédito

<sup>47</sup> Sobre ello, ver nuestra colaboración “La enseñanza y las instituciones”, en Villalobos, *Historia...*, pp. 278-284.

Junto con ser una voz técnica, el Instituto pretendía ser una instancia para fortalecer el prestigio social de la profesión y construir una imagen y un *ethos* corporativo. Como revelan los diversos testimonios citados, la ingeniería no era considerada una ocupación de prestigio. Al igual que en el caso de los médicos, construir ese prestigio tuvo que ver con las oportunidades del mercado, así como con la transformación de una mentalidad sobre el valor simbólico de la profesión. Crowther ha señalado que en Chile predominó la imagen francesa del ingeniero, ligado a la aristocracia y a la alta administración, y no la imagen norteamericana del duro *pioneer*, orientado hacia la empresa individual (Crowther, 1973, T1, p. 390). La hegemonía social sin contrapeso de los valores aristocráticos, en una sociedad con una estructura social polarizada y escaso desarrollo de los sectores medios, hacía inviable, a nuestro juicio, construir el prestigio social de una profesión universitaria en forma autónoma al prestigio que esa misma clase podía otorgarle. Medicina e ingeniería requerían ser aceptadas, respetadas y apreciadas por esa clase para consolidarse, obtener recursos públicos en su desarrollo académico y ampliar sus oportunidades en el mercado de servicios, así como para constituirse en un vehículo de ascenso social para aquellos profesionales que no pertenecían originalmente al sector propietario. Los “hijos de” vuelven a jugar aquí un importante rol simbólico. El ejemplo más destacado y que forma parte del “mito de origen” de la profesión fue el de Domingo Víctor Santa María, hijo del presidente de la República, quien conjugaba una sólida formación profesional, adquirida en gran parte en Europa, con ser miembro de una antigua familia aristocrática y de gran relevancia política. En menor grado, el caso de Aurelio Víctor Lastarria, hijo de José Victorino, ingeniero también formado en Europa, que contribuyó a crear lazos entre el mundo de la ingeniería y el de la política y del prestigio social. Anteriormente hubo miembros de la profesión de origen aristocrático, pero los mencionados alcanzaron altos puestos y tuvieron una connotación política y social distinta, porque accedieron a esos cargos en el momento en que la profesión vivía su primer gran despegue en la década de 1880.

Así como para los médicos el tema predominante en su primer período de profesionalización fue construir el prestigio de la profesión,

principalmente con los “de abajo”, curanderos, verbateros, empíricos, el desafío de los ingenieros era construir su prestigio en relación con los extranjeros. Esa fue una de las labores del Instituto en sus primeras décadas. Fue la campaña de los “ingenieros indígenas”, como se la llamó a fines de siglo, para demostrar que se podía tener tanta confianza en un ingeniero chileno como en uno extranjero (Hoering, 1917, pp. 4-15). A comienzos del siglo XX esa campaña había dado sus frutos: los ingenieros chilenos se habían consolidado en la administración pública, a pesar de que muchas de sus reivindicaciones gremiales propiciadas por el Instituto no lograron prosperar, como que el Consejo Asesor de Ferrocarriles tuviera mayoría de ingenieros y no de abogados. Su segunda fase, ya en las primeras décadas del siglo XX, fue demostrar que los ingenieros, por su propia formación científica, estaban habilitados no sólo para ser constructores de obras, sino administradores eficientes de los negocios público y privados. Era la imagen del ingeniero como hombre de empresa y sus primeros resultados se expresaron en el gobierno del general Carlos Ibáñez, entre 1927 y 1931, en el que miembros de la profesión ocuparon cargos claves en la reestructuración del Estado. En la década de 1930, los ingenieros jugaron un papel central en el gran proceso de industrialización iniciado por el Estado y presidido por la Corporación de Fomento, fundada en 1939, que sería el pilar de la profesión, como lo había sido la Dirección de Obras Públicas a fines del siglo anterior (Ibáñez, 1983).

La iniciativa del Estado de formar las ingenierías se transformó en un proceso exitoso de profesionalización cuando el mismo Estado, que se había negado a regular legalmente la profesión y otorgarle el monopolio de ciertas funciones o servicios, se transformó a su vez en el gran mercado de ingenieros. Cuando el desarrollo económico hizo posible la expansión del mercado laboral, había un cuerpo de profesionales formado en Chile dispuesto a presionar por ocupar ese mercado. La Universidad, una vez más, había sido el punto de arranque, el motor inicial de un proceso de profesionalización.

La formación de las ingenierías, desde la perspectiva aquí tratada, no esclarece el problema del desarrollo tecnológico chileno del

siglo XIX ni las consecuencias que tuvo, para el desarrollo económico, el tipo de transferencia de conocimientos y de tecnología que entonces se inició. Win Crowther ha propuesto la hipótesis que el tipo de formación profesional de los ingenieros tuvo a largo plazo un alto costo económico para Chile, pues, cuando ellos lograron suficiente poder como para tomar las decisiones del área, principalmente en la política ferroviaria en el siglo XX, primaron los criterios de excelencia profesional en la evaluación de proyectos, por sobre los de rentabilidad económica y social. Discutir esta hipótesis requiere considerar muchas otras variables que las aquí tratadas, como lo demuestra el propio trabajo citado. Sin embargo, es posible sugerir que los factores culturales, frecuentemente mencionados como uno de los impedimentos históricos para el desarrollo tecnológico chileno o latinoamericano, no fueron una valla insalvable para el arraigo de una educación profesional científico-técnica. La política sistemática del Estado logró formar una elite técnica que actuó como contraparte en el proceso de transferencia tecnológica. Esta elite se formó y actuó como orientada hacia el sector público más que hacia la empresa privada y logró consolidarse en la medida en que fue aceptada por la clase dirigente. La formación de una cultura técnica no logró impregnar al resto del sistema educativo y, por tanto, a otros estratos sociales. De hecho, esta ha sido una de las polémicas más persistentes sobre el sistema educacional en el siglo XX. Si bien durante el siglo XIX, y paralelamente a la formación de las ingenierías, el Estado hizo un esfuerzo por establecer una educación técnica, como lo indica la Escuela de Artes y Oficios, los resultados parecen haber sido considerablemente más exitosos en la elite. Ello demuestra que el rechazo cultural de las clases dirigidas a la educación científico-técnica fue un proceso dinámico sujeto al cambio y no una variable estática que haya conspirado desde sus inicios en contra del desarrollo tecnológico del país, pero demuestra también que sólo con la aprobación de esa clase era posible asentar esa educación a nivel superior.

En síntesis, el objetivo de este capítulo ha sido describir la formación de las profesiones del siglo XIX —leyes, medicina e ingeniería— desde la perspectiva de la Universidad, pero intentando al mismo tiempo situar la formación de la base cognitiva dentro de otras variables del

proceso de profesionalización. La formación de las profesiones modernas en Chile fue paralela al del resto del mundo occidental. La profesionalización en Europa y Estados Unidos, ya fuera conducida por iniciativa estatal o privada, respondió a las necesidades de la Revolución Industrial y a la hegemonía creciente de la racionalidad técnico-científica. Las universidades en gran medida respondieron a este proceso, primero adaptándose a él y luego encabezándolo en la producción de conocimiento. En Chile, en cambio, este proceso se inició por la iniciativa del Estado de llevar a cabo una reforma desde arriba. Chile no era un productor de conocimiento científico-técnico, por lo cual tuvo que importarlo, así como importó parte de los servicios profesionales. El carácter universal o local de la base cognitiva y del servicio determinaron el ritmo de la profesionalización. Allí donde la base cognitiva era universal, el esfuerzo del Estado tuvo que ser mayor para formarla. Allí donde el servicio era universal, la presión de los profesionales tuvo que ser más activa y fue más difícil consolidar un mercado.

El Estado, a través de la Universidad, asumió el liderazgo en la transferencia de la racionalidad científico-técnica; su rol fue protagónico en la estructuración intelectual de las profesiones y fue un mercado importante de servicios especializados, propio del proceso de burocratización del Estado moderno. Por ello, también fue un agente importante en la creación de una nueva forma de legitimidad meritocrática propia del *ethos* burgués que, siempre entrelazada con elementos de legitimidad tradicional, fue abriendo paso hacia la formación de una estructura social más compleja.

## Bibliografía

Ampuero Brito, G. (1987). La enseñanza de la minería en La Serena: los inicios (1821-1887), en C. Canut de Bon (ed.), *La Escuela de Minas de La Serena. Derrotero de sus orígenes*. La Serena: Universidad de La Serena.

Amunátegui y Solar, D. (1889). *Los primeros años del Instituto Nacional: (1813-1835)*. Santiago de Chile: Imprenta Cervantes.

Barros Arana, D. (1905-1906). *Un decenio de la historia de Chile: (1841-1851)*, 2 Vols. Santiago de Chile: Imprenta y Encuadernación Universitaria.

Crowther, W. (1973). *Technological Change as Political Choice: The Civil Engineers and the Modernization of Chilean State Railways*. University of California, Berkeley (tesis doctoral inédita).

Domeyko, I. (1977). *Mis Viajes*, 2T. Santiago de Chile: Ediciones de la Universidad de Chile.

Feliú Cruz, G. y Stuardo, C. (1962). *Correspondencia de Claudio Gay*. Santiago de Chile: Ediciones de la Biblioteca Nacional.

Galdames, L. (1934). *La Universidad de Chile: (1843-1934)*. Santiago de Chile: Prensas de la Universidad.

García G., R. (1989). *Incipient industrialization in an "underdeveloped" country: the case of Chile: 1845-1879*. Stockholm: Institute of Latin American Studies.

Greve, E. (1938-1944). *Historia de la ingeniería en Chile*. Santiago de Chile.

Hernández Ponce, R. (1986). *Sabios extranjeros en el desarrollo cultural de Chile: 1810-1860*. Santiago de Chile; Universidad Católica de Chile, tesis inédita.

Hernández Ponce, R. (1988). Chile conquista su identidad con el progreso. *Historia*, Santiago, 23, 125-168.

Hoering, C. (1917). El ingeniero ante la opinión pública. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, Santiago, 1, 4-15.

Humud Tleel, C. (1969). *El sector público chileno entre 1830 y 1930*. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas.

Ibáñez, A. (1983). Los ingenieros, el Estado y la política en Chile. Del Ministerio de Fomento a la Corporación de Fomento, 1927-1939. *Historia*, Santiago, 18, 45-102.

Layton Jr., E. T. (1986). *The revolt of the Engineers*. Baltimore: The John Hopkins University Press.

Marín Vicuña, S. (1935). *Bosquejo histórico de la enseñanza de la ingeniería en Chile*. Santiago de Chile: Ed. Nascimento.

Metzger, W. P. (1987), The academic profession in the United States, in B. R. Clark, (ed.), *The Academic Profession: National, Disciplinary and Institutional Settings*. Berkeley.

Muñoz, O. (1986). *Chile y su industrialización*. Santiago de Chile: CIEPLAN

Ortega, L. (1981). Acerca de los orígenes de la industrialización chilena, 1860-1879. *Nueva Historia*, Londres, 2, 3-54.

Rothblatt, S. (1968). *The Revolution of the Dons, Cambridge and Society in Victorian England*. New York: Publishers.

Safford, F. (1976). *The Ideal of the Practical. Colombia's Struggle to Form a Technical Elite*. Austin, Texas: University of Texas.

Sanderson, M. (1972). *The Universities and British Industry 1850-1970*. London: Routledge.

Villalobos R., S. (1990). *Historia de la ingeniería en Chile*. Santiago de Chile: Editorial Hachette.

Villalobos, S. (1973). *Claudio Gay y la renovación de la agricultura chilena*. Santiago de Chile: Instituto de Capacitación e Investigación en Reforma Agraria (ICIRA).

Zimmerman, D. (1977). *British Influence in the Modernization of Chile, 1860-1914*. Dissertation Thesis, The University of Mexico, PhD.



## **El sentido de la ingeniería en tiempos de cambio climático<sup>1</sup>**

Cecilia Ibarra<sup>2</sup>

En tiempos de cambio climático, cuando nuestras sociedades necesitan de transformaciones profundas para que la vida en la Tierra sea sustentable para la humanidad y las especies con las que compartimos el planeta, la profesión es cosa muy seria.

La evidencia respecto del cambio climático es contundente y compartida por la comunidad científica (Oreskes, 2004, p. 1686). Necesitamos soñar con formas de relacionarnos que cuiden la vida y con profesionales que den sentido y significado a su quehacer.

Soy mistraliana apasionada y este ensayo se inicia y arroja con dos breves textos de Gabriela, “Sobre el Oficio” (Mistral, 1979 [1927]), escrito en Fontainebleau en 1927, y el discurso “El Sentido de la profesión” (Ibíd. [1931]), que leyó en la graduación de los jóvenes profesionales de la Universidad de Puerto Rico, en 1931.

---

<sup>1</sup> La autora agradece el apoyo del proyecto FONDAP/CONICTY 15110009.

<sup>2</sup> Magíster en Métodos de Investigación en Ciencias Sociales y doctora en Política Científica y Tecnológica de la Universidad de Sussex, Reino Unido. Investigadora adjunta del Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia, (CR<sup>2</sup>), Universidad de Chile. Correo-e: [cecilia.ibarrachile@gmail.com](mailto:cecilia.ibarrachile@gmail.com).

Gabriela le daba un lugar preponderante en la vida al desempeño de la profesión o del oficio. Creo que, para ella, nuestro rol principal en la sociedad es el trabajo diario en el desempeño profesional, desde allí aportamos más allá de la vida privada y doméstica. Esto vale para toda profesión u oficio, lo tomo para la ingeniería porque es hermana de estos cuadernos, nacen en la misma casa y porque es también parte de mi propia historia.

Que el oficio no nos sea impuesto: primera condición para que sea amado. Que el hombre lo elija como elige a la mujer, y la mujer lo mismo como elige al hombre, porque el oficio es cosa mucho más importante todavía que el compañero. Esos se mueren o se separan; el oficio queda con nosotros. (Mistral, 1979 [1927], p. 23)

Amar la profesión o dejarla, esa es la condición primera para trabajar con alegría. La misma Gabriela nos recomienda maneras para rencaminar el rumbo si es necesario.

Iníciase cualquier ensayo, cualquier aventura, para no continuar en el engaño del falso oficio, que nos dio un padre vanidoso, nada más que por ser el suyo que nosotros cogimos aturdidamente, y por pereza dejamos sobre nosotros como el hongo muerto.

Son tan raros el hombre y la mujer domiciliados en oficio legítimo, que llega a parecernos suceso toparnos con ellos. A mí se me hace una fiesta verdadera mi encuentro lo mismo con un herrero que con el médico genuino. (*Id.*, p. 24)

La graduación se puede interpretar como el rito de integración a un linaje profesional, porque “Las fiestas sacramentales del tiempo moderno son estas de la decisión vocacional...”.

La profesión no es nuestra vida. Gabriela nos advierte contra el vicio de ver el mundo sólo desde esa perspectiva, limitando nuestras relaciones y posibilidades. Eso sí, podemos —y quizá debemos— aspirar

a que el trabajo profesional nos alimente, tanto en el sentido emocional como material.

... la ocupación humana especializada, el menester profesional, la función intelectual o manual que hace vivir y que da de vivir, han crecido enormemente como indicadores del rango del individuo.

Propongo que la ingeniería que vale la pena es la que hace vivir y da de vivir. En tiempos de cambio climático, hay elecciones que debemos hacer desde cada profesión. Hace vivir el trabajo que da satisfacciones profesionales, también la promesa de desafíos y logros. Hoy la interpretación puede ser mucho más literal: la ingeniería que hace vivir es la que permite la sustentabilidad de la vida en la Tierra.

Afortunadamente, hay mayor conciencia en la política pública, en la ciudadanía e incluso en los mercados de la necesidad de cambios: por ejemplo, en las fuentes de donde obtenemos energía, en el uso que le damos al agua y en los materiales con que construimos. Esto significa que empiezan a aparecer o a estabilizarse áreas de trabajo que pueden “dar de vivir”, es decir, que las ingenieras y los ingenieros que aborden estos problemas puedan vivir de su profesión. Esto pareciera trivial, pero basta el ejemplo de la historia de la energía solar en Chile para reflexionar sobre lo difícil que puede ser mantener continuidad profesional en un área sujeta a los vaivenes del mercado, cuando nuestra sociedad privilegia el uso de combustibles fósiles (Osses, Ibarra y Silva, s/f). Mantenerse en el propósito de la energía solar ha requerido de perseverancia, convicción y coraje.

Si no pudiéramos vivir de nuestra profesión, esta actividad se convertiría en un trabajo al que deberíamos darle el tiempo que queda después de ganarse la vida. Pero si logramos que nuestro aporte principal a la sociedad, más allá de nuestro mundo doméstico y de nuestras relaciones más cercanas, nos “dé para vivir”, entonces podemos dedicarle nuestra energía, desarrollarnos como profesionales y cultivar el sentido de nuestra profesión.

La ingeniería tiene un rol activo en producir cultura material que transforma los paisajes y las formas de vivir la vida cotidiana, piénsese por ejemplo en el acto diario de abrir la llave de agua, en los usos e implicancias que tiene esta práctica para la higiene, la salud o la forma en que cocinamos, y en la vista de plantas de tratamiento para el agua potable al pie de la cordillera. Nuestra cultura material coevoluciona con nuestra subjetividad. Basta observar cómo se constituyen mutuamente las relaciones y maneras de expresarnos y las tecnologías de telefonía móvil (Hernando, 2012). Estos ejemplos muestran sólo un par de imágenes de la ingeniería y la sociedad en la que ésta se sitúa. Dicho de otra manera, no es posible entender una tecnología o una máquina sin entender su contexto y el fin para el cuál se usa (Maturana y Varela, 1994).

Esa ingeniería que elegimos y amamos, y que nos da vida, es a la vez transformadora de la sociedad y mantenedora de usos y costumbres de cierta cultura material con la que se ha coconstituido. Ambos roles, el de transformar y el de conservar, son importantes para la vida (Maturana y Varela, 2009). Insisto aquí sobre el rol de conservar, porque es menos común en los discursos sobre ingeniería. Para sentir seguridad y confiar en que sobreviviremos, es indispensable sostener vínculos y sentimientos de pertenencia al grupo (Hernando, 2012); la materialidad que permite comunicarnos y mantener aspectos culturales que valoramos involucra ingeniería.

En el ejercicio de nuestra profesión, Gabriela nos arenga a honrar nuestro quehacer con un desempeño pulcro y esmerado.

Y es que tal vez, mis amigos, la única cosa importante en este mundo sea, bien mirada, el cumplimiento perfecto de nuestro menester. Me parece probable que la sola exigencia que debamos hacernos a nosotros mismos y la sola que deban los demás hacer pesar sobre nosotros, sea esta del desempeño cumplido y leal de nuestra profesión. (Mistral, 1979 [1931], p. 18)

Hace ella un recuerdo de algo que leyó con suspicacia, por el tajante simplismo de la afirmación: “todo el desorden del mundo viene de los oficios y de las profesiones mal o mediocrementemente servidas”. Dice que dudó, pero sus largas andanzas por el mundo le confirmaron que

... el asiento geológico de los males más diversos era el anotado: los oficios y las profesiones descuidadamente servidos. Político mediocre, educador mediocre, médico mediocre, sacerdote mediocre, artesano mediocre, ésas son nuestras calamidades verdaderas. (Mistral, 1979 [1931], p. 19)

Agréguese, por supuesto, ingeniera e ingeniero mediocres, aquellos que duermen tranquilos habiendo descuidado las condiciones de seguridad en que se realiza el trabajo del que están a cargo, que no se informan de las consecuencias de su quehacer y de las nuevas disposiciones, o se oponen a ellas por intereses mezquinos, o que delegan de manera irresponsable una vez que tienen puestos altos.



Foto de Tamara Osses.

La autora agradece la autorización para usar su fotografía.

El discurso de Gabriela puede criticarse por un cierto tono discriminatorio, en el que “nuestras calamidades” se refiere a un problema latino, que contrastaría con la realidad sajona. Entendiendo que es un escrito que tiene casi un siglo, en un contexto de profesiones casi exclusivamente para los hombres y con sesgos que puedo no compartir, resuenan profundo en mí sus frases: “el latino sería un hombre que suele desarrollar sus morales al margen de la profesión de que vive”, y enfatiza la poeta que “es el latinoamericano quien

ha hecho una cortadura entre oficio y moral, entre función pública y conducta individual”.

Parafraseando una de sus comparaciones, nuestra ingeniería debiese ser una especie de testimonio personal, del que se toma responsabilidad completa y que es rúbrica de honradez. De esta manera entiendo su invitación: “Con lo cual la profesión se me ha vuelto a mí, y quisiera que se les volviese a ustedes, la columna vertebral que nos mantiene la línea humana...” (*Ibíd.*).

Ya lo han hecho notar Maturana y Varela: “todo acto humano tiene sentido ético” (Maturana y Varela, 2009, p. 163), y las profesiones nos unen a un linaje que necesita de cuidado.

Yo pediría a ustedes que mediten sobre este asunto que yo sólo dejo apuntado con una flecha indicadora, y que se decidan a comenzar una cruzada interior y exterior por la dignificación profesional. (Mistral, 1979 [1931], p. 21)

Es común que ingenieras e ingenieros adopten posiciones en las que su influencia no siempre les permite asumir la responsabilidad final de decisiones que pueden tener consecuencias importantes. Por ejemplo, la decisión de las diferencias de sueldo dentro de la organización en que trabajan; la disposición de los relaves de la faena a la que pertenecen o las tasas de interés del banco al que sirven. Las posiciones que adoptan, a menudo quedan entre el capital y el trabajo, es decir, responden a decisiones del directorio (que representa la propiedad y el capital) y se dirigen a personas que aportan su trabajo y tienen limitada influencia en las decisiones productivas, tanto estratégicas como operacionales. Sin desconocer este fenómeno —que la literatura llama “la trampa del medio”—, mantengo la invitación a la dignificación profesional que nos hiciera Gabriela. La dignidad exige poner ciertos límites éticos, y el trabajo bien hecho, ese que nos aleja de la mediocridad, impone al menos estándares de desempeño.

Gabriela nos guía a empezar por un pacto personal, una obligación con nuestra alma, y luego seguir por los gremios profesionales, desde los que se puede tener mayor influencia en la sociedad. Cuando hay actividades que necesitan de regulación para cuidar la salud de los ecosistemas —humanidad incluida—, cuando queremos lograr apoyo decidido a formas de producción y de vida que podemos ayudar a construir, los gremios pueden tener una voz.

“Cada profesión es de hecho un linaje”, nos dice. ¿Cuál es nuestro linaje, cuáles nuestros ancestros? La conciencia del cuidado de los linajes intelectuales, que obligan a partir del mérito cumplido, no está igualmente desarrollada en todas las especialidades. Descubirla ayuda a la identificación, la pertenencia y la fuerza para la acción que influya en la sociedad.

Dice Gabriela, al inicio de su discurso, que no le apetece olvidar su condición de mujer cuando alaba a los recién graduados por su logro. Me cobijo en ella y repito sus palabras:

Pero esta alabadora tiene el derecho de dar algunas veces a su alabanza el sabor agri dulce de la crítica y de la imposición de obligaciones, porque también ella nació como una guardiana de la vida y como una socia natural de todos los negocios vitales. (Mistral, 1979 [1931], p. 17)

Así, alabo los logros y posibilidades de las ingenieras y los ingenieros chilenos y llamo la atención sobre sus obligaciones para la acción climática. El privilegio de la carrera debiera ser honrado con un trabajo que tenga sentido. Es cierto que el sentido es algo personal y una decisión que debiera ser respetada; no obstante, las decisiones de quienes integran un linaje afectan a ese linaje y a la honra de la profesión que los une. Tomo ejemplos que ha citado, más de una vez, la ecofeminista Yayo Herrero (2013): fabricar bombas de racimo y producir alimentos se cuenta en el Producto Interno Bruto de igual manera, y vender armamentos se contabiliza como riqueza lo mismo que descontaminar un río. Por más duro que resulte decirlo, hay trabajos que son socialmente

necesarios y otros que son socialmente indeseables. Es más probable que la profesión con sentido esté ligada al mantenimiento de la vida y al bienestar de las personas.

No debemos resignarnos a aceptar que la noción de producción, a la que se liga nuestra profesión, se mida exclusivamente en pesos. Si lo hiciéramos, dejaríamos de valorar la naturaleza de lo que nuestro trabajo produce y las posibilidades de dar sentido a nuestra profesión serían muy bajas. ¿Cómo puede medirse de igual manera un trabajo que produce venenos que destruyen la vida y otro que logra calefaccionar las escuelas del sur de Chile con energías limpias?

Podemos orientar nuestros esfuerzos a construir sociedades en las que merezca la pena vivir. La evidencia del cambio climático nos indica que, sin acción, no hay esperanza. Aunque se critique mi discurso por moralista, sostengo que la acción climática es nuestra responsabilidad. La ingeniería es una profesión de acción, que puede orientarse a la mantención de las formas de vida sustentables y a la transformación sociotécnica, productiva y de la cultura material, guiada por misiones que la sociedad priorice y valore.

Esta profesión ha servido al país, dando soporte a grandes proyectos de la república, como por ejemplo la superación de los traumáticos terremotos de principios de siglo, mediante el desarrollo de la ingeniería antisísmica, la electrificación, el logro de amplia cobertura de agua potable y servicios sanitarios; el hacerse cargo, con el talento y la fuerza local, de la producción de cobre en el proceso de nacionalización; el acceso a las telecomunicaciones y su provecho para los ciudadanos (por ejemplo con la modernización de los servicios del Estado de amplio uso, como el Registro Civil y el Servicio de Impuestos Internos).

Las ingenieras, los ingenieros y sus gremios pueden haber influido en la priorización de estos proyectos, tanto en su rol ciudadano como en otros que pudieran adoptar en la administración del Estado, en la política o en el sector privado. Estos “proyectos país” debieron convertirse finalmente en una política pública para que se les asignara



prioridad y presupuesto. Creo que no corresponde a una profesión decidir por el país, quisiera creer que las visiones de desarrollo resultan de un proceso participativo y democrático, en el que las profesiones tengan una voz; al menos puedo desearlo.

Las visiones de desarrollo, que entienden dónde estamos y orientan hacia dónde queremos llegar, pueden dar lugar a misiones, declaradas como prioridades nacionales, que guían y enfocan la acción<sup>3</sup>. Una misión se parece a un problema a solucionar y, por lo tanto, necesita la confluencia de distintas perspectivas y de distintas manos que colaboren. Basta pensar en el desafío de salud pública en la primera mitad del siglo veinte, cuando un alto porcentaje de la población moría por enfermedades infecciosas. Disminuir estas muertes fue una misión de política pública que involucró a muy diversos actores: servidores públicos, profesionales, empresarios, comunidades, etc. El problema del cambio climático es aún más exigente en la necesidad de un trabajo multi e interdisciplinario (Gallardo Klener, 2019, p. 75).

La acción alineada a una misión pide colaboración y articulación de múltiples actores. La ingeniería es una profesión de trabajo en equipo; ningún puente, instalación productiva o red de servicios la construyó una persona sola, lo mismo que hacerla funcionar o mantenerla. No solo confluyen en una obra distintas especialidades de la ingeniería —y sólo “poniéndose en los zapatos” de una especialidad se puede entender las diferencias con las otras—, sino que concurren muchos otros aportes, por ejemplo, de los técnicos, de los conocedores de la localidad, de las comunidades, de los usuarios, de otras profesiones y oficios. Puede faltar mucho para lograr trabajo interdisciplinario; no obstante, a mi parecer, la ingeniería tiene una base de la que partir, tanto por su enfoque hacia la resolución de problemas, conformando equipos, como por los errores y aprendizajes de los proyectos fallidos, y también por los cambios en la formación de pre y posgrado instalados en este nuevo siglo.

---

<sup>3</sup> Cecilia Ibarra, *La acción climática como misión orientadora de las políticas CTI*, Policy Brief. Disponible a partir de marzo de 2020 en <http://leycambioclimatico.cl/documentos/>.

En conclusión, el sentido de la ingeniería, en tiempos de cambio climático, nace en la relación que tenga cada ingeniera e ingeniero con su profesión, y se estructura sobre cuatro condiciones. La primera es que la profesión sea elegida y amada, para ejercerla con alegría; en nuestros tiempos la elección es fina: es necesario encontrar un área de especialización y desempeño. La segunda es que la profesión dé vida y dé de vivir. La tercera es honrar la profesión con el trabajo bien hecho. Por último, el trabajo colectivo: empujar desde los gremios, asociaciones y comunidades para dignificar la profesión y darle una voz en las decisiones nacionales.

Dada la urgencia de la acción climática y su directa relación con el trabajo que puede hacer la ingeniería, pareciera de interés, no sólo ciudadano sino también profesional, empujar por la adopción decidida de misiones que se hagan cargo de la sustentabilidad con inclusión social. Esto implica que la evaluación del trabajo de ingenieras e ingenieros no responda sólo a criterios económicos, sino que se valoren objetivos socialmente deseables y concernientes al cuidado de los sistemas que habitamos y de los que somos parte.

La ingeniería es un trabajo de equipo, inserto en un contexto social, cultural e histórico, que puede ponerse al servicio de las misiones que priorice la sociedad democrática —y, por supuesto, puede ponerse al servicio de otros fines, que no son objeto de este ensayo—.

La imaginación humanista, representada aquí por el discurso de Gabriela Mistral, es un faro orientador para encontrar sentido a la profesión en tiempos de cambio climático, y para construir sueños que nos inspiren. Sus palabras nos invitan a conectar la razón y la emoción, que es probablemente la clave para encontrar el camino (Hernando, 2012).

Para dar sentido a nuestra profesión, no basta con repetir discursos de progreso y cambio tecnológico de manera irreflexiva —menos en tiempos de cambio climático, cuando estos asuntos se cuestionan y se hace evidente que la tecnología no es única y neutra—. El sentido reúne razones y emociones. En las relaciones humanas, la emoción lleva

a que nos sintamos parte de una red de vínculos con otras personas — las vivas y las muertas, que están en la memoria— y con la naturaleza, los objetos y los territorios. Es la emoción la que nos lleva a ser parte de una unidad mayor que la individual, de la cual sacamos la fuerza y la seguridad para confiar en nuestra capacidad de sobrevivir (Ibíd.).

La urgente acción climática puede renovar el sentido de la profesión de ingenieras e ingenieros, desde las razones que aporta la evidencia científica y desde la emoción de pertenencia a una filogenia profesional que se alinea con una misión<sup>4</sup>.

## Bibliografía

Gallardo Klener, L. (2019). Inter, ¿trans o disciplina en el antropoceno? *Cuadernos de Beaucheff*, Ciencia, Tecnología y Cultura, 1, 75.

Hernando, A. (2012). Teoría arqueológica y crisis social. *Complutum*, 23(2), 127-145.

Herrero, Y. (2013). Miradas ecofeministas para transitar un mundo justo y sostenible. *Revista de Economía Crítica*, 16, 278-307.

Maturana, H. y Varela, F. (1994). *De máquinas y seres vivos*, 5ª edición. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Maturana, H. y Varela, F. (2009). *El árbol del conocimiento*, 19ª edición. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Mistral, G. (1979). El Sentido de la Profesión [1931], en G. Mistral, *Grandeza de los Oficios*, selección de prosas y prólogo de Roque Esteban Scarpa. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello.

---

<sup>4</sup>La primera versión completa de este ensayo se terminó en las horas de la Marcha Mundial por el Clima y el Medio Ambiente, el 27 de septiembre de 2019.

Mistral, G. (1979). Sobre el Oficio [1927], en G. Mistral, *Grandeza de los Oficios*, selección de prosas y prólogo de Roque Esteban Scarpa. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello.

Oreskes, N. (2004). The Scientific Consensus on Climate Change. *Science*, 306(5702), 1686.

Osses, M., Ibarra, C. y Silva, B. (2019). *El Sol al Servicio de la Humanidad. Historia de la Energía Solar en Chile*. Santiago de Chile: Ril Editores.

## **Biolento [sic]<sup>1</sup>**

Ricardo Loebell<sup>2</sup>

Este ensayo busca ampliar el campo visual de la ciencia y la tecnología —entrapadas en una noción vertical competitiva del crecimiento—, combinando diferentes visiones que apuntan a una idea más bien horizontal y colectiva del desarrollo.

“Biolento” es un solecismo que suscita ambigüedad para mirar de otra forma el horizonte<sup>3</sup>.

Comienzo estas palabras escribiendo sobre un cuaderno con páginas en blanco, sin líneas o cuadritos, para liberar el pensamiento de una taxonómica certeza sepultada entre grillas.

Las siguientes reflexiones sirven de base para los Estudios Transversales en Humanidades para las Ingenierías y Ciencias, en que reincide la reflexión sobre la ética.

---

<sup>1</sup> Algunas de las ideas del texto se expusieron en el Simposio XXXV: “Ingeniería del futuro, formación profesional y educación pertinente”, USACH, 18 de junio del 2019.

<sup>2</sup> Profesor de ETHICS de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Ingeniero civil cibernético y Dr. en Filosofía. Correo-e: [loebell2000@yahoo.es](mailto:loebell2000@yahoo.es).

<sup>3</sup> Relacionado con Paul Virilio, si lo *violento* es el resultado de la aceleración, de lo *biolento* se podría pensar lo contrario.

A todos nos pasa que, cuando reiteramos una definición —diría yo por (d)efecto profesional—, buscamos casi siempre encontrar otra, con un colorido más suave, quizá con una connotación que recoja la complejidad del problema y se haga nítida, inteligible y simple. Ahora, toda definición es una certeza provisoria, como nos lega el primer pensador Tales de Mileto.

Pienso en la respuesta que le ofrecía tiempo atrás a un estudiante, que surgió sin esfuerzo: “Ética es la virtud de reconocer una acción que, pudiéndola reprobar en el otro, yo sería a su vez capaz de realizar, pero por alguna razón no puedo”.

### **¿Podemos incursionar en la filosofía para buscar esa razón?**

La *ética* puede comprenderse como resultado de la experiencia, cuyo vínculo es la conciencia. Diferente la *moral*, que proviene generalmente de la educación y que tiene sus patrones en la socialización. Por ello, las decisiones que tomamos no pueden adoptarse en ese proceso de socialización sin pasar por la propia conciencia. De este modo, al cuestionar tradiciones heredadas, podremos evitar repetir modelos obsoletos. Así, debemos incentivar la búsqueda de soluciones con nuestros propios recursos internos. El paradigma de la educación ha de partir del supuesto de que, de cierta forma, todo ya está allí, en cada uno.

### **Humanidades y ciencias (vs. ciencias y humanidades)**

Cuando la investigación científica y tecnológica se deja permear por el pensamiento humanista, no sólo adquiere un sentido esencial, sino que se reencuentra con su esencia. Lo genuino en las humanidades es que, en un contexto de desarrollo práctico de ciencia y tecnología, aquéllas *desescondan* el fenómeno, al indagar todas las causas en el amplio campo de la realidad, de forma inclusiva y no excluyente; de otra forma, las humanidades se apartarían de su origen filosófico. Esta reflexión se diferencia de lo que suele ocurrir en la investigación cientí-

fica y tecnológica, cuyos métodos se orientan a objetivos y se verifican en operaciones que se mantienen mayormente al interior de su campo específico.

Así, una “ciencia construida únicamente en vista de sus aplicaciones” es una ciencia “imposible”, porque “las verdades sólo son fecundas si están encadenadas entre sí”. Y “si uno se consagra solamente a aquellas [verdades] de las cuales espera un resultado inmediato, faltarán los eslabones intermedios y no habrá más cadena”. (Ordine, citando a Poincaré [1904], 2018, p. 107)

Por otro lado, como señala Heidegger,

La ciencia no piensa en el sentido del pensar filosófico (...). Por cierto, en este planteo no se está proponiendo que la filosofía sea superior a las ciencias; menos aún se sugeriría una superioridad personal del filósofo sobre el científico. Que el físico no pueda definir la física mediante una medición propia del método de la física no significa que no pueda hacerlo en absoluto. Le “basta” con abandonar el método científico y adoptar una actitud filosófica para procurar llegar a una determinación de su ciencia. (Acevedo, 2010)

La ingeniería, cercana a la ciencia, procuró enseñar en su escuela, siguiendo el trend o tendencia de sus avances, morfologías tecnológicas cuya materialidad y función debían siempre arrojar durabilidad y control de su manejo.

No obstante, se generó una inflexión en la década de los años 50 del siglo pasado, cuando, en las revistas de diseño en los EE.UU., se denunciaba la obsolescencia de los productos, programada por las mismas empresas. Esto surgió con la proximidad al modelo económico vigente, cuya posición hegemónica invirtió los estándares, colocando a la ciencia y a la tecnología al servicio del mercado, marginando la naturaleza, al transformarla en “despensa” de materiales y al ser humano en “recurso” laboral, así como ya lo había observado Hegel tanto tiempo atrás (Hegel, 1986, p. 24).

Uno de los signos de peligro más claros en el sentido de que tal vez estamos acuñando el ideal del *animal laborans*, es el grado en que nuestra economía se ha convertido en una economía de derroche, en la que las cosas han de ser devoradas y descartadas casi tan rápidamente como aparecen en el mundo, para que el propio proceso no termine en repentina catástrofe. Pero si el ideal existiera ya y fuéramos verdaderos miembros de una sociedad de consumidores, dejaríamos de vivir en un mundo y simplemente seríamos arrastrados por un proceso en cuyo ciclo siempre repetido, las cosas aparecen y desaparecen, se manifiestan y se desvanecen, nunca duran lo suficiente para rodear al proceso de la vida. (Arendt, 2009, p. 141)

Después de la “genuina” escuela de ingeniería, en que nos matriculamos y nos comprometemos con la durabilidad de los productos tecnológicos, surge entonces, a partir de la inflexión y ruptura aquí esbozada, una “segunda” escuela, que se ciñe a las leyes del mercado.

El “crecimiento económico”, para el cual se instrumentaliza el conocimiento tecnológico —pensando en Max Horkheimer—, está en la actualidad reñido por todos los ámbitos con las fuentes de la naturaleza, que proveen y garantizan la vida desde lo más elemental, pero que ahora arrojan la señal de sus límites mediante el análisis de ciclo de vida (ACV). Por tanto, aquí sólo cabe hacer el esfuerzo y utilizar tecnologías para revertir esta situación que depreda el planeta, y que se ha acuñado con la definición de “cambio climático global”, apelando a la responsabilidad de las empresas y denunciando la inercia de la administración del Estado.

Esta situación de crisis nos obliga a proyectar una “tercera escuela”. Para su desarrollo, se puede emplear diferentes modelos de pensamiento transversal, que ya se encuentran en gestación por estudiosos/as del mundo de la ciencia, economía y filosofía contemporánea. Nos acercamos a estos modelos en los cursos impartidos sobre “Experiencia estética entre arte, ciencia y tecnología”. Aquí, en esta concisa reflexión, nos remitimos a dejarlo en propuesta, cuya investigación está



en curso, y que, idealmente enriquecida por un equipo colegiado y multidisciplinario, ofrecerá sin duda respuestas innovadoras que permitan reorientar el camino hacia un desarrollo sustentable.

La conciencia sobre la finitud del planeta y sus recursos se enfrenta al crecimiento y a la (des)información. Dicho crecimiento, transformado en excrecencia, ha producido zonas de sacrificio, involución o desaparición de la vida en otros lugares. Estas zonas ya nos han alcanzado en nuestro hábitat (piénsese sólo en la ausencia de agua en Petorca<sup>4</sup>, La Ligua y en 76 otras comunas de Chile). Superar la crisis, que se produce mayormente por falta de ética y de regulación, y no por carencia de conocimientos científicos y tecnológicos, sólo puede ser el resultado de poner límites para lograr la sustentabilidad. Esto nos obliga a repensar, en la academia, la concepción de habilidades “blandas o relacionales”, y habilidades “duras”.

No cabe duda de que la ciencia y la tecnología presentan un amplio campo de oportunidades para mejorar las condiciones de vida en nuestro planeta. Sin embargo, reconocerlas y aprovecharlas requiere desarrollar una sensibilidad estética que amplíe el campo de percepción e incentive la comunicación entre las ciencias y el humanismo.

Aquí no se expondrán soluciones técnicas, que en una gran variedad ya existen, pero que difícilmente se aceptan en el mercado por su aún controvertida relación con el modelo económico. Se trata más bien de reflexionar sobre las condiciones necesarias que permitan innovaciones tecnológicas para modelos sostenibles, y que éstas puedan implementarse y circular. La función del Estado debiera ser promover, fomentar, así como contribuir a la creación de aquellos emprendimientos que se comprometan y tengan en su esencia defender la naturaleza y el medio ambiente.

---

<sup>4</sup> El modelo de industria extractiva, asociada al monocultivo y a la agroexportación mediante desmesuradas plantaciones de paltas en dicha zona, ha generado alteraciones en el ciclo hidrológico en el terreno, como producto de la depredación de sus ríos. Una palta tiene la huella hídrica de 200 litros de agua. En necesario preguntarse cuál es el resultado global cuando exportamos una fruta. Cfr. *El aguacate. El lado oscuro del superalimento*, DW Documental. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=IWqUSGlg1eU>.

A continuación se esbozan diez ejemplos, ligados a personas, que permiten repensar la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad desde una visión humanista, en búsqueda de una vida sustentable en el planeta. Puede ser pertinente mencionar al historiador israelí Yuval Noah Harari y su concepción de la Historia, que no comprende tan sólo un acopio de acontecimientos del pasado, sino también un análisis e interpretación del proceso de los cambios. Cosima Dannoritzer y su documental *Comprar, tirar, comprar* (2011) es una fuente imprescindible para la comprensión de esta investigación.

### **1. John Thackara<sup>5</sup>**

Nació en el Reino Unido, es escritor y asesor, y curó la conferencia “Doors of Perception” durante 20 años, primero en Amsterdam y luego en la India. Él se puede considerar como diseñador de la sostenibilidad. Advierte sobre la creación de un artículo de obsolescencia programada cada tres minutos. Propone reparar en vez de botar<sup>6</sup>. Thackara ha viajado durante décadas por el mundo y describe, en un estilo claro y directo, cómo todas las comunidades en el orbe están cambiando hacia una mejor economía. No sólo discute con cifras y pruebas científicas, también hace frente a todos estos interrogantes de un modo creativo. En su investigación, nos orienta de una forma asequible hacia la restauración de la Tierra, la conservación del agua y la vivienda, la recuperación de las ciudades, la alimentación como bien común, la ropa, la movilidad, la salud. Su obra es un acopio de soluciones que mezclan las habilidades propias del sentido común y las formas del hacer tradicional con las nuevas tecnologías.

### **2. Michael Braungart**

Químico alemán, fundador de la Agencia para el Fomento de la Protección Ambiental en Alemania. Anteriormente fue director de la sección

---

<sup>5</sup> Véase el sitio web <http://thackara.com/>.

<sup>6</sup> Cfr. DW TV Prisma. Usar y tirar. *¿Por qué ya no se reparan las cosas?* Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=UYfWWIFOL-c>.

de química de Greenpeace. Braungart extiende la perspectiva tecnológica hacia una visión orgánica de la naturaleza y, al crear “Cradle to Cradle” Products Innovation Institute (De la cuna a la cuna. Rediseñando la forma en que hacemos las cosas), se propone una nueva forma de interpretar el ecologismo y su consigna principal, que tiene tradicionalmente la regla de las tres R (reducir, reutilizar, reciclar). Braungart, sin embargo, junto al arquitecto paisajista estadounidense William McDonough, hace una reinterpretación del ecologismo, ya que reducir el impacto sobre el medioambiente sólo produciría una ralentización del mismo, pero estaríamos llegando a idéntico final. Por tanto, frente a este panorama, proponen atajar el problema desde su raíz, es decir, tener en cuenta todas las fases de los productos involucrados (extracción, procesamiento, utilización, reutilización, reciclaje). Los conceptos claves de la filosofía en *Cradle to Cradle* son intuitivos y enraizados en la imitación a la naturaleza o, mejor, en la conexión con ella.

Una síntesis de los principios en que se basa sería:

- a) Utilización de la energía que llega a la Tierra ahora mismo, en lugar de la energía almacenada en materiales procesados en el interior del planeta durante milenios (combustibles fósiles).
- b) El cierre completo de los ciclos de materiales. En los ecosistemas del planeta no existe el concepto “basura”. Nuestras sociedades pueden hacer lo mismo, diseñando todos los productos de modo que los materiales se reciclen en el mismo uso. Es decir, que se reciclen hacia arriba, que el siguiente uso tenga más valor que el actual. Un ejemplo de este tipo de reciclaje real (usado en los bosques y selvas del planeta) es el de los materiales compostables: al integrarse en el ciclo biológico, se convertirían en árboles, animales o nosotros mismos, mediante la digestión de los materiales en compost y posterior fertilización de cultivos. La naturaleza no conoce basura, todos los residuos son nutrientes. Aquí tenemos que contemplar dos ciclos de materiales independientes e inmiscibles: el ciclo biológico (alimentos) y el ciclo técnico (aparatos, vehículos y otros productos).

### 3. *Serge Latouche*

Economista francés que desarrolla la “teoría del decrecimiento”<sup>7</sup>, corriente de pensamiento económico, político y social cuya idea principal es disminuir la producción de forma controlada y sostenida, con el propósito de equilibrar la relación entre los seres humanos y la naturaleza. Latouche busca evidenciar la paradoja entre un crecimiento ilimitado en un planeta finito. Hay una diferencia entre crecimiento y desarrollo, porque se proyectan por líneas divergentes, sobre todo cuando hay excrecencia (en la naturaleza distópica es metástasis); mientras el desarrollo en la naturaleza parte comúnmente cuando en el impulso del crecimiento se producen transformaciones. Esa inflexión permite abordar el sentido de la existencia humana. Latouche enfatiza que el consumo no hace a la gente más feliz, porque requiere tiempo de trabajo, lo que nos margina de valores esenciales, de la familia y de las amistades.

### 4. *Adela Cortina*

Filósofa española, directora de la fundación ETNOR (Ética de los Negocios y las Organizaciones Empresariales). Su visión de la ética es de carácter antropológico. Plantea como principio la reciprocidad indirecta y se dirige a unir valores como “justicia” y “felicidad”. Éstos tienen como referentes *inteligencia, medida y reparto*. *Inteligencia*, para establecer una relación entre lo volitivo y lo necesario. Esto brinda el alcance de lo que es la *medida*, lo mensurable, comprender lo necesario para estar tranquilo, feliz y sin miedo, explorando la justa medida y no lo incommensurable, permitiendo empatizar con los demás, en un sentido de compasión levinasiana, y establecer una relación con el *reparto*: la distribución. Se vive feliz cuando todos tienen. ¿Por qué no sucede eso? Adela Cortina plantea que tenemos miedo a ser pobres y a la pobreza. Eso nos transforma de ser pobres a injustos y miserables, por ende, infelices. Con el griego ἄπορος *áporos* ‘pobre’ y φόβος *fobos* ‘miedo’ crea el neologismo aporofobia: desprecio, aversión, rechazo o, incluso, odio

---

<sup>7</sup> Cfr. *Serge Latouche y el decrecimiento*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=4jOR6b-kKag>.

al pobre<sup>8</sup>. De sus reflexiones podemos deducir que la superación de la aporofobia nos permitiría a su vez apartarnos del exceso del consumo, como plantea Serge Latouche.

## 5. Isabel Behncke

Primatóloga chilena y miembro del Grupo de Investigación en Neurociencia Social y Evolutiva de la Universidad de Oxford. Estudia el comportamiento social de los bonobos y los chimpancés. El ancestro evolutivo que compartimos con ellos vivió entre 6 a 7 millones de años atrás y el ancestro común entre bonobos y chimpancés se separó hace 1,5 a 2 millones de años, cuando se formó el río Congo, quedando los chimpancés al norte y los bonobos al sur del mismo río. El bonobo (*Pan paniscus*) fue descrito en 1929 por el alemán Ernst Schwarz. Más tarde se empieza a distinguir de los chimpancés, especialmente por su comportamiento social y por la afinidad lúdica. En este cuadro se sintetizan las diferencias observadas por Behncke:

| CHIMPANCÉS                           | BONOBOS  |
|--------------------------------------|--|
| Representan inteligencia tecnológica | Representan inteligencia emocional                       |
| Agresivos                            | Tiernos  |
| Jerarquía patriarcal                 | Matriarcado heteraquico                                  |
| Competitivos                         | Colaborativos  |
| El juego es exclusivo para las crías | El juego es con toda la comunidad y durante toda la vida |
| Contacto sexual para la procreación  | Sexualidad frecuente para placer y relajamiento          |
| Tecnología desarrollada              | Manualidad y tecnología prescindible                     |
| Carnívoros                           | Menos carnívoros, más vegetarianos                       |

Isabel Behncke observa, a través de la antropología evolutiva, cómo los chimpancés concentran su objetivo de vida en la adultez. Los bonobos

<sup>8</sup> Cfr. *Adela Cortina y la aporofobia*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ZODPxP68zT0>.

se preocupan de los críos y conservan sus deseos de exploración infantil a lo largo de su vida; el aspecto lúdico los forma como sociedad altamente creativa, comunicativa y altruista. Los chimpancés son menos tolerantes, existe en ellos la xenofobia frente a otros grupos y la realidad entre ellos en general es más bélica, siendo la comunicación más reducida y el juego exclusivamente para los infantes. Las hembras de los bonobos se proyectan en sus críos, que están siempre al resguardo de la comunidad. Esto nos permite comprender que el matriarcado, cuya atención se centra en los críos, tiene como objetivo crear una red social para la proyección de su especie y la conservación de la naturaleza para su futuro. Las observaciones de Behncke son de una gran riqueza para comprender las ventajas y desventajas de una sociedad que se orienta por la colaboración o por la competencia. Su proyecto se puede desplazar a reflexiones etológicas, en las que se combina la biología y la psicología experimental. Aquí es de importancia la naturaleza del ser social y el rescate del juego como elemento conector de nuestra existencia en matrices sociales.

## **6. Yayo Herrero**

Antropóloga, ingeniera, profesora y activista ecofeminista española. Plantea que la sociedad de mercado invisibiliza determinados procesos y las respectivas etapas, marginándolas del campo visual del modo de producción: por ejemplo, la infancia, la educación, la maternidad, la salud, la invalidez, el desempleo, la vejez. Todo aquello en que el ser humano precisa un cuidado, ya que somos cuerpos vulnerables y eco-dependientes. En ese sentido, Herrero piensa que esta forma de sociedad declara la guerra a los cuerpos y a los territorios y, por ende, a la vida, poniendo el eje en el dinero y el mercado y, a la vez, rompiendo el vínculo con los preceptos básicos de la ética que le brinda el verdadero sentido y sustento a la humanidad, a todos los seres vivos, inclusive a las plantas y al entorno natural. Por ello, plantea la necesidad de una transición hacia un modelo económico diferente, que tenga en cuenta la inclusión social y sea compatible con la capacidad de regeneración de la naturaleza. De este modo, el ecofeminismo no puede entenderse exclusivamente como un tema de las mujeres, sino que, en su complejidad, es una cuestión que atañe a toda la humanidad.

## **7. Nuccio Ordine**

Filósofo italiano y reconocido investigador de Giordano Bruno. Ha publicado recientemente el manifiesto “La utilidad de lo inútil”. La paradójica utilidad a la que se refiere no es la misma en cuyo nombre se consideran inútiles los saberes humanísticos y, más en general, todos los saberes que no producen beneficios. Aquí se ha querido poner en el centro de las reflexiones, la idea de utilidad de aquellos saberes cuyo valor esencial es del todo ajeno a cualquier finalidad utilitarista. Si dejamos morir lo gratuito, renunciando a la fuerza generadora de lo inútil, escuchando únicamente el mortífero canto de sirenas que nos impele a perseguir el beneficio pecuniario, obtendremos una colectividad enferma y sin memoria que, extraviada, acabará por perder el sentido de sí misma y de la vida. Cuando la desertificación del espíritu nos haya ya aniquilado, será en verdad difícil imaginar que el ignorante *homo sapiens* pueda desempeñar todavía un papel en la tarea de hacer más humana la humanidad. Contemplar lo inútil permite apreciar todo aquello que está desmarcado o marginado del campo visual de lo productivo. Ejemplos de esto, pasear a la abuela por el parque, ir de compras, cuidar a un niño, hacerse cargo del enfermo, invitar a comer al vecino desempleado, cuidar un parque en vez de destruirlo.

## **8. Slavoj Žižek**

Filósofo, sociólogo, psicoanalista y crítico cultural esloveno. Advierte que la ideología es como una fantasía inconsciente que estructura la realidad. Žižek plantea que el ecologismo viene siendo un equivalente a las corrientes religiosas del siglo XIX. Ahí se afirmaba “Dios dice”; ahora enunciamos: “la naturaleza dice”. Por “ideología” se entiende cuando el estado de conocimiento del ser humano se escinde de su accionar. Todo habitante del planeta sabe que estos procesos lo llevan a su fin. Más lento, más rápido, pero a su final. Sin embargo, no hay acción, no hay compromiso político en la ciudadanía, no hay golpe de timón en los programas tecnológicos y científicos con el rigor que debiera ser. A Žižek todo esto no le interesa. Controvertido como es en su pensamiento, establece la analogía entre la catástrofe y el petróleo, que yacente en las

profundidades del planeta ha sido testigo y parte de la catástrofe de los tiempos pasados inmemoriales. Es decir, todo lo que nos beneficia es resultado de catástrofes anteriores. Debemos salir del pensamiento excluyente y del deterioro, al pensar la naturaleza. No nos podemos quedar con el ruiseñor cantando encima de la copa de los árboles al borde de un arroyo, como en un contexto bucólico de nuestro origen. Debemos desarraigarnos de esa ideología de la naturaleza y comprender que la destrucción es parte de nuestra especie; en vez de pasear con los niños por un parque, llevémoslos a los vertederos, a ver las cloacas, todo aquello que es el resultado de nuestro eficiente modo de producción, viajemos a Ghana y miremos los ríos contaminados, como resultado de los vertederos internacionales de aparatos tecnológicos; visitemos los gigantescos cementerios de aeronaves en el desierto de Mojave (camino a Las Vegas). Nuestro modo de producción capitalista está siempre en crisis, pero la crisis no es un obstáculo, más bien es un impulso de su evolución, de su auto reproducción, la cara invisible de esto es basura. La idea es acercarnos y aceptar esa basura pues, al contemplarla, podemos romper el ciclo eterno del utilitarismo y comprender tal vez el alto precio de este modo de producción. Žižek cita en este punto a Walter Benjamin, cuando señala que nosotros experimentamos la Historia. ¿Qué significa para nosotros ser seres históricos? No cuando nos enfrentamos con las cosas; cuando las cosas cambian. Sólo cuando observamos, de nuevo, y contemplamos este desperdicio de cultura abandonada, medio retomada por la naturaleza, en ese momento llegamos a la intuición de lo que significa la Historia. Pues amar la naturaleza significa amar todo aquello que resulta de la naturaleza humana, no darle la espalda al desecho de nuestra producción. Esa reconciliación nos puede llevar a la medida justa y necesaria del consumo.

## **9. Ken Robinson**

Educador, escritor y conferencista británico, considerado experto en asuntos relacionados con la creatividad, la calidad de la enseñanza, la innovación y los recursos humanos. Es director de la unidad para la investigación en educación, cultura y las artes (URECA). En su esquema “Cambiando paradigmas” da cuenta de cómo la educación y la forma-



ción han quedado desfasadas en el tiempo, en dos siglos. Hoy no podemos proyectar el futuro como en el siglo XIX, por tanto, es difícil validar el tipo de educación que desarrollamos hoy en los colegios. Se requiere una reforma de la educación actual, ya que el modelo ha cambiado y la economía no tiene proyecciones como antes. El otro asunto es la identidad cultural local, que se resiste a la uniformidad de la globalización. No se puede llegar al futuro siguiendo las pautas que se persiguieron en el pasado. Titularse no es, como antes, una garantía para conseguir trabajo; por eso la juventud, las nuevas generaciones (podemos agregar los *millenials*, la generación Z, etc.), se desentienden de los objetivos de nuestros estándares curriculares. Las circunstancias económicas de la revolución industrial y la cultura intelectual de la Ilustración generaron las bases de nuestro modelo de educación, que ya no sirve para la realidad actual, teniendo en cuenta la sobreestimulación que la tecnología provoca en los estudiantes y el cada vez más impredecible futuro económico. El anquilosado modelo educativo —que replica el sistema de una fábrica dividida por disciplinas y grupos etarios— termina anestesiando (con drogas, Ritalin®) a los estudiantes e impidiéndoles acceder a una experiencia estética. Robinson plantea que se debe transitar hacia un sistema que potencie el desarrollo del pensamiento divergente, el cual permite encontrar múltiples soluciones al abrirse a mirar desde otros lugares. Al darnos un índice de la creatividad, como resultado de la experiencia y el pensamiento lateral o divergente, da a entender que el modelo educativo actual la atrofia. Si la educación es sinónimo de formación individualista y competitiva, no nos puede sorprender su deterioro, ya que el gran aprendizaje supone alianzas, relaciones colaborativas y trabajo en equipo, todo aquello que es necesario para la proyección de un futuro posible.

### **10. Greta Thunberg**

Corolario de estas nueve personas es Greta Tintin Eleonora Thunberg, una estudiante y activista sueca. En agosto de 2018 se convirtió en una destacada figura dentro de las huelgas estudiantiles realizadas en las afueras del Riksdag (Palacio de Gobierno) sueco, generando conciencia hacia el calentamiento global. Su forma de pensar es simple y divergen-

te. La iniciativa que ella inició lleva tres efes: *Fridays For Future*. Todos los viernes se instala al frente del palacio de gobierno y se manifiesta exigiendo el término de este modo de producción. Así, nos advierte: “Si no nos garantizan futuro no iremos más al colegio”.

## Epílogo

Los años “violentos” de la historia de las ciencias fueron dividiendo los espacios disciplinarios en grillas en sus mallas curriculares y tabiques en los espacios de estudio, cuya retícula nos permite ver apenas la realidad específica de un laboratorio, distante y ajena de nuestra realidad sistémica.

Al terminar estas líneas se escuchan gritos de la muchedumbre y explosiones de bombas lacrimógenas. Quizás la evidente crisis del modelo implementado en nuestra sociedad y las demandas del movimiento ciudadano en curso constituyan una oportunidad para zafarse de las grillas.

¿Será posible mirar de otra forma el horizonte?

## Bibliografía

Acevedo Guerra, J. (2010). La frase de Heidegger ‘La ciencia no piensa’, en el contexto de su meditación sobre la era técnica. *Revista de Filosofía*, 66, 5-23.

Arendt, H. (2009). La condición humana [The University of Chicago, 1958]. Buenos Aires: Paidós.

Hegel, G. W. F. (1986). Wiederaufleben der Wissenschaften [Reanimación de las ciencias], en *Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie III* [Lecciones sobre la historia de la filosofía III], Obras, tomo 20. Frankfurt: Suhrkamp.

Ordine, N. (2018). *La utilidad de lo inútil. Manifiesto*. Barcelona: Acan-tilado.

## **Modernización e internacionalización del circuito productivo de los agrocombustibles en Brasil<sup>1</sup>**

Elisa Pinheiro de Freitas<sup>2</sup>

### **Introducción**

Actualmente, el empobrecimiento de los Estados nacionales frente a las empresas transnacionales pone en cuestión el ejercicio de poder de aquellos sobre la des-re-ordenación de un determinado territorio, ya que tienden a no ser los únicos agentes que engendran una estructura de poder y control espacial. Como han subrayado autores de diferentes corrientes de pensamiento y áreas de las ciencias humanas, tales como Nye y Keohane (1971), Agnew y Corbridge (1995), Castells (2007), Santos (2004), Peet (2007), Dicken (2010), Sassen (2012), Panith e Gindin (2012), Picketty (2014), entre otros, la contemporaneidad está marcada por la emergencia de actores no estatales, que acumulan gran poder financiero y patrimonial, e interfieren tanto en el destino de las naciones como en la des-re-ordenación de los espacios.

---

<sup>1</sup> El presente artículo es resultado de una investigación doctoral financiada por la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), proceso Nº 2010-0245208, que se mantuvo en el posdoctorado por medio de una beca del Programa de Post-Doctorado Júnior (PDJ) del Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) en el ámbito del Departamento de Geografía de la Universidade de São Paulo (USP).

<sup>2</sup> Doctora en Geografía Humana por la Universidad de São Paulo (USP). Profesora e investigadora del Curso de Geografía del Campus Pantanal de la Universidad Federal de Mato Grosso del Sur (UFMS) (CPAN). Profesora permanente del Programa de Postgrado en Estudios Fronterizos (PPGEF). Correo-e: [elisa.freitas@ufms.br](mailto:elisa.freitas@ufms.br).

Tomando el circuito productivo de los agrocombustibles en Brasil como objeto de estudio, el propósito de este artículo es demostrar que las dinámicas relacionadas con el proceso de modernización e internacionalización de aquel segmento con el objetivo de fomentar la producción, sobre todo, de etanol de caña de azúcar y más recientemente de maíz, las empresas transnacionales que operan en ese circuito productivo han conmocionado los rumbos de las políticas del estado brasileño, absorbiendo y concentrando, por medio de subsidios y financiamientos, gran parte de los recursos públicos.

En efecto, al ampliar la producción de azúcar y etanol para atender la demanda global por alimentos y combustibles renovables, las empresas transnacionales del moderno circuito agroenergético han incorporado nuevas áreas del territorio brasileño, en particular el Cerrado, un área de aproximadamente 2 millones de km<sup>2</sup> <sup>3</sup>. Como mostró Bernades (2015), se trata de la nueva frontera del capital que, por medio del empleo de modernas técnicas, ha ampliado, por un lado, la productividad y la plusvalía pero, por otro, ha des-arreglado los territorios de pueblos indígenas y concurrido para la pérdida de la biodiversidad de ese bioma.

La creciente producción de caña de azúcar en el Cerrado y en las áreas antes destinadas a los pastos ha contribuido a la relocalización de la ganadería bovina en el territorio brasileño. Aquella se ha desplazado cada vez más hacia las “frangas del Bosque Amazónico” (Garcez y Vianna, 2009; Andrade de Sá et al., 2013). Así, la expansión del cultivo de la caña de azúcar más allá de las regiones tradicionales (Estado de São Paulo y Zona de la Mata Nordeste) tiende a provocar —indirectamente— la deforestación de la Floresta Ecuatorial, una vez que la ganadería va siendo “empujada” para la Amazonia, como apuntan Marcovith (2011), Andrade de Sá et al. (2013) y Freitas (2013).

La expansión de la labranza de caña de azúcar intensifica el cambio en el uso de la tierra en la medida en que la producción de alimentos

---

<sup>3</sup> Sobre la producción de caña, soja, carne y granos en el Cerrado ver también: Masieiro (2011); Stattaman et al. (2013); Garcez y Vianna (2009) y Ribeiro et al. (2015).

se desplaza lejos de los grandes centros consumidores. En consecuencia, tal hecho ocasiona la subida de los productos que componen la canasta básica (Hira y Oliveira, 2009; Shaffel y La Rovere, 2010; Andrade de Sá et. al., 2013; Ribeiro et al., 2015). Desde 1998, con la ralentización de las leyes que impedían la adquisición de suelo brasileño por extranjeros, se verifica que empresas transnacionales del circuito agroenergético emprenden una carrera continua para arrendar y comprar tierras agrícolas, con el objetivo de producir materias primas para los agrocombustibles con vistas a la exportación. Los cultivos considerados “estratégicos”, como la caña de azúcar y la soja, se expanden sobre las áreas de arroz, porotos, mandioca y así sucesivamente.

En el actual orden del liberalismo transnacional, que se caracteriza, sobre todo, por la liberalización de los mercados, por la hegemonía de las finanzas sobre la producción y la crisis ambiental (Agnew y Corbridge, 1995; Masieiro, 2011), el ordenamiento territorial del Estado es progresivamente sustituido por “ordenamiento territorial de mercado”, es decir, la organización espacial tiende a favorecer cada vez más a los actores corporativos y hegemónicos en detrimento de la colectividad: se produce lo que es rentable para las empresas en los mercados y no lo que permite garantizar la soberanía alimentaria local y regional, al menos en los países semiperiféricos y periféricos del sistema internacional (Santos, 2004a, p. 173).

Aunque el Estado brasileño propuso la Zonificación Agroecológica de la Caña de Azúcar (ZAC), prohibiendo la plantación de ese cultivo en los Biomas del Pantanal y de la Selva Ecuatorial de la Amazonía, la expansión del cultivo de la caña de azúcar más allá de las regiones tradicionales ha ocasionado conflictos y tensiones por tierra y agua, involucrando a pequeños agricultores y capitalistas del circuito agroenergético, además del problema ambiental del monocultivo y de la amenaza a la preservación de la Selva Amazónica. En 2013, el índice de deforestación de la Selva Amazónica alcanzó el 28%, de acuerdo con los datos del Proyecto de Monitoreo de la Selva Amazónica por Satélites, del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Se supone que, parte de esa deforestación, está vinculada a la expansión del área de cultivo de la caña,

de la soja y de la ganadería bovina (Freitas, 2013; Andrade de Sá *et al.*, 2013; Ribeiro *et al.*, 2015).

El presente artículo aborda, en la primera sección, las políticas estatales brasileñas que hicieron posible la modernización del circuito productivo del etanol, agrocombustible más significativo en Brasil; en la segunda sección se muestra el proceso de internacionalización de aquel circuito intensificado, sobre todo entre 2000 y 2008, y el papel del Estado en este proceso; en la tercera sección se discute el papel de las Empresas Transnacionales (ETN) en los des-arreglos socioterritoriales, a partir de la expansión de los cultivos volcados hacia la producción de los agrocombustibles. Las evidencias fueron obtenidas a través de investigaciones de campo en las áreas de expansión del cultivo de la caña de azúcar entre 2008 y 2015, junto con un levantamiento bibliográfico y documental relativo al tema, y una revisión de artículos científicos y documentos publicados por el gobierno brasileño.

### **El Estado brasileño y la modernización del circuito productivo del etanol de caña de azúcar**

Cada período histórico es portador de eventos capaces de engendrar cambios en los ámbitos económico, social, político y espacial. Como explicitó Milton Santos (1996), el espacio, como una instancia de la sociedad, incorpora las modernizaciones, así como condiciona las acciones presentes y futuras de las sociedades. Sin embargo, hay que entender que la modernización o la difusión de una innovación no alcanza, igualmente, la totalidad del espacio geográfico. Las modernizaciones tienden a ser selectivas, así como producen formas espaciales con el fin de facilitar las acciones de los agentes corporativos y hegemónicos.

Cuando bajamos la escala de los Estados nacionales y nos enfocamos en el territorio, comprendido como el espacio de dominio y que implica relaciones de poder entre los diferentes agentes económicos y políticos (Raffestin, 1993), se observa que el desarrollo del capitalismo en los países centrales reverberó en la constitución de los ciudadanos de

países periféricos y semiperiféricos, pero éstos permanecieron en una condición subordinada en la división internacional del trabajo, al modernizar las infraestructuras de los circuitos productivos tradicionales heredados de la época colonial. Conviene resaltar que un determinado circuito productivo involucra etapas de producción, circulación, distribución y consumo.

Al participar en la división internacional del trabajo en una condición subalterna, los países periféricos y semiperiféricos presentan dificultades en la formación del capital, porque el consumo, motivado por la difusión de la información, inviabiliza la constitución del ahorro interno. Por lo tanto, es necesario exportar más, sobre todo mercancías con bajo valor agregado, para adquirir los bienes de consumo. Otro agravante es que las industrias que fueron instaladas en aquellos países no fueron capaces de crear un gran número de empleos, por el hecho de ser intensivas en capital. De ese modo, se observa que el Estado en estos países asumió el papel de “empresario” o, como explicó Marx (1982:869), la “fuerza concentrada y organizada de la sociedad”, cuyo objetivo era (es) “activar artificialmente” el proceso de modernización. Por esa razón, el Estado “se presenta como un aliado del circuito moderno de la economía en los países subdesarrollados. El apoyo que él da a las diferentes modalidades de modernización tecnológica asume los más variados aspectos” (Santos, 2004a, p. 161).

La producción de azúcar era un generador de divisas para Brasil-Portugal. De 1500 a 1822, Brasil, como una colonia de Portugal, dominó la comercialización mundial de ese producto, cuyo valor alcanzara los 300 millones de libras, y sólo en el siglo XVII obtuvo ganancias de 200 millones de libras. En el mismo período, la actividad minera rindió sólo 170 millones de libras (Brasil Açúcar, 1972). Caio Prado (1994, p. 144) llegó a afirmar que Brasil “era don del azúcar”. La economía cañera se constituyó en uno de los sostenimientos del proceso que consustanció no sólo la formación de Brasil, sino que también concurrió sobre todo a los ciclos de acumulación de capitales bajo los auspicios de las potencias ibéricas (Brasil Açúcar, 1972; Szmercsányi, 1979; Andrade, 1994; Moraes, 2000; Silva y Fischetti, 2008 y Andrade et al., 2009).

Para llegar a ser rentable, inicialmente la actividad cañera exigió grandes inversiones en capitales, utilizando el trabajo esclavo indígena y africano. Los ingenios se convirtieron en la principal unidad productiva y, conforme el mercado mundial se expandía, la economía política de Brasil, como colonia, era accionada a ampliar la producción, lo que significaba incorporar nuevas áreas para expandir la exportación. El costo para llevar el azúcar hasta el mercado consumidor (Europa) era elevado. Por esa razón, el precio de la mercancía era compensador, lo que pagaba con alta tasa de ganancia el capital invertido (Dé Carli, 1940; Faucher, 1953; Prado Jr., 2008).

Desde finales del siglo XIX la agricultura cañera ha recibido subsidios y financiaciones del Estado brasileño para reforzar su modernización. La superproducción azucarera fue regulada mediante la fabricación de etanol (alcohol), lo que concurrió para solucionar la relativa escasez de petróleo en el territorio brasileño, al convertir el azúcar excedente en alcohol combustible. Para ello, en 1933, se creó el Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), que reguló tanto la producción azucarera-alcohólica como también fue el brazo estatal en la modernización de aquel circuito productivo (Garcez y Vianna, 2009; Hira e Oliveira, 2009; Rico et al., 2010; Masieiro, 2011; Stattaman et al., 2013; Freitas, 2013).

El alcohol pasó a tener una importancia que sólo se vio durante la Segunda Guerra Mundial. Pero fue con el shock petrolero, en 1973, que el Estado brasileño implementó el Programa Nacional do Alcool (PNA), conocido como “ProAlcool”, y la producción de alcohol combustible (anhidro/hidratado) se hizo efectiva, así como pasó también a formar parte la matriz energética brasileña. Por esa razón, el alcohol dejó de ser un producto secundario de la agroindustria azucarera y se hizo tan importante como el azúcar (Garcez y Vianna, 2009; Rico et al., 2010; Masieiro, 2011; Stattman et al., 2013; Andrade de Sá *et al.*, 2013).

La implantación del PNA, después de muchos conflictos, involucrando a los órganos estatales y al sector privado, se dio con la publicación del Decreto Nº 76.593 de 14 de noviembre de 1975. El artículo 5º



de dicho Decreto estableció al BNDES y al Banco do Brasil (BB) como los principales órganos gubernamentales responsables de la financiación de los proyectos relativos al PNA. Pero una de las metas del II Plan Nacional de Desarrollo (PND) era conseguir recursos financieros recurriendo al *capital extranjero* (Szmrecsányi, 1979; Menezes, 1980; Santos, 1993; Silva y Fichetti, 2008; Hira y Oliveira, 2009; Shaffel y La Rovere, 2010).

El PNA fue amparado por un conjunto *de normas* con el fin de dirigir los financiamientos para la construcción de nuevas plantas y destilerías, así como para promover la expansión del cultivo de caña de azúcar para el Cerrado. La Comisión Nacional del Alcohol (CNAL), el IAA y el Grupo de Trabajo (formado por integrantes del Ministerio de Agricultura, Ministerio del Interior y gobiernos estatales) realizaron la zonificación socioeconómica y ecológica, con el objetivo de mapear las áreas propicias para el cultivo de la caña (Szmrecsányi, 1979; Santos, 1993).

Incluso con todos los dilemas verificados en la ejecución del PNA, el Estado brasileño aseguró relativa autosuficiencia en petróleo, así como ahorró cerca de R \$ 43 mil millones (unos 10.000 millones de dólares) con la importación de ese combustible (Hira y Oliveira, 2009; Safatle, 2010). Es incontestable que la modernización del circuito productivo del etanol brasileño sólo fue posible como consecuencia de las inversiones promovidas por el Estado desde finales del siglo XIX. Entre 1931-1945, el control estatal de la producción del azúcar permitió que las divisas obtenidas por el IAA, con la comercialización del azúcar, fueran reinvertidas en la modernización del parque industrial azucarero-alcohólico (Hira y Oliveira, 2009; Stattaman et al., 2013). En el período dictatorial (1964-1988), el Estado autoritario asumió el papel de “planificador” y amparó a los sectores considerados “estratégicos”. No obstante, el final del siglo XX fue marcado por la profundización de las concepciones neoliberales acerca de la economía política. La emergencia de este nuevo contexto y las transformaciones en el circuito productivo del etanol brasileño serán abordados en la próxima sección.

## **Desestatización e internacionalización del circuito productivo del etanol brasileño**

Entre los años 1990 y 2000, los países de América Latina, especialmente Brasil, se vieron afectados por la crisis de la deuda. En el transcurso de ese período, lo que se observó, además de la grave crisis económica, fue la pérdida de la capacidad de inversión del Estado brasileño en los segmentos considerados “estratégicos” (energía, transporte, logística, etc.).

El Programa Nacional de Desestatización buscó acelerar la retirada del Estado brasileño de las actividades productivas. Los pilares del Estado “empresarial”, poco a poco, fueron siendo deconstruidos. La Ley Nº 9.491 estableció el ordenamiento jurídico para dirigir el proceso de desestatización o privatización de empresas públicas brasileñas. Además, la referida Ley hizo posible, en las subastas promovidas por el gobierno, la adquisición de las empresas públicas nacionales por el capital extranjero. Por lo tanto, se puede afirmar que la ley 9.491 (1997) reglamentó, en Brasil, los presupuestos del Consenso de Washington, cuyo propósito era liberar las actividades económicas de las amarras del Estado.

Con el establecimiento de un ordenamiento jurídico que pasó a favorecer las inversiones extranjeras, lo que puede observarse desde 2000, en relación con el circuito productivo del etanol brasileño, es su creciente internacionalización. Pero no es sólo la liberalización económica lo que explica esta dinámica. Es necesario tener en cuenta los acontecimientos relacionados con el cambio climático (el calentamiento global) y, por consiguiente, la carrera global por nuevas fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles (Hira y Oliveira, 2009; Freitas, 2013; Andrade de Sá *et al.*, 2013; Ribeiro *et al.*, 2015).

En 1997, con la entrada en vigor del Protocolo de Kioto, los países del Anexo I (naciones ricas e industrializadas) que ratificaron el acuerdo comenzaron a adecuar sus matrices energéticas para hacerlas menos contaminantes, aunque los combustibles fósiles siguen respon-

diendo por más del 80% de las fuentes de energía, sobre todo en relación con el sector del transporte (Masieiro, 2011; Queirós y Freitas, 2012).

La Unión Europea (UE), por ejemplo, aunque depende de los combustibles fósiles, desde la década de 1990 ha intensificado sus inversiones en las fuentes de energías renovables, con énfasis en los agrocombustibles. Muchos países han mezclado el etanol o el alcohol anhidro a la gasolina. No obstante, producir ese agrocombustible (en Europa, denominado “bioetanol”) y el biodiesel, por ejemplo, presupone la expansión del cultivo de materias primas como la remolacha, el trigo, la colza, el girasol, entre otras, que, por cierto, también son fuentes de alimentos (Benetti, 2008; Fargione et al., 2010; Masieiro, 2011; Ribeiro et al., 2015).

Así, la propia limitación del stock de tierras agrícolas en la UE para la expansión de los agrocombustibles y la carrera global por fuentes de energía renovables y por alimentos, reverberaron ambas en Brasil. A fines de la década de 1990, la mayor liberalización de la economía para inversiones extranjeras, la estructura agraria concentrada y el desarrollo tecnológico por el que había pasado el circuito productivo del etanol durante el PNA concurrían para que Brasil asistiera, según Silva y Fichetti, “a una nueva expansión de los cañaverales, con el objetivo de ofrecer, a gran escala, el combustible alternativo. La plantación avanza más allá de las áreas tradicionales del interior paulista y del nordeste, esparciéndose por los cerrados” (Silva y Fichetti, 2008, p. 98).

En lo que se refiere a los agrocombustibles, sobre todo de primera generación (producción de combustible a partir de cultivos agrícolas), Brasil se consolida como el país que dispone de las materias (suelo, clima, tierra y agua para la producción de caña, soja, girasol, piñón manso...) y de las técnicas (amplio parque agroindustrial moderno) para generar recursos energéticos derivados de la biomasa. El circuito productivo de los agrocombustibles en Brasil es reconocido como el “más eficiente del mundo” (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Secretaria de Produção de Agroenergia, 2006; Hira y Oliveira,

2009; Masieiro, 2011, Andrade de Sá et al., 2013), pues el PNA, subsidiado por el Estado, posibilitó a ese circuito perfeccionar su productividad y ganancias en todas las etapas de la producción del etanol (anhidro/hidratado).

De ese modo, en 2008 Brasil produjo 25 mil millones de litros de agrocombustible (etanol y biodiesel), utilizando 6,04 millones de hectáreas de tierra. Conviene destacar que Brasil es uno de los únicos países que potencialmente todavía puede expandir su área agrícola, que es de 360 millones de hectáreas (lo que equivale a una Alemania). Descontando las áreas destinadas a la producción de alimentos (que por cierto han disminuido), otras culturas y bosques (bioma amazónico y cuenca del Alto Paraguay), existen 7 millones de hectáreas ocupadas con la plantación de caña para producción de azúcar (3% de toda el área agrícola en Brasil); 3,2 millones de hectáreas de caña para la generación de etanol (1% de toda el área agrícola); 24,5 millones de hectáreas para soja (9% de toda área agrícola); 22 millones de hectáreas para maíz (8% de toda el área agrícola) y 211 millones de hectáreas para pastoreo (79% de toda área agrícola) (Shaffel y La Rovere, 2010; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e Secretaria de Produção de Agroenergia, 2006; Masieiro, 2011; Andrade de Sá *et al.*, 2013).

Con amplias ventajas comparativas para la producción de agrocombustibles, se observó que, desde 2000, se ha intensificado el número de fusiones y adquisiciones en el circuito productivo del etanol en Brasil, así como la internacionalización del segmento con la entrada del capital extranjero en aquel circuito productivo (Hira y Oliveira, 2009). Y no sólo eso. Se verificó también la adquisición de tierras por empresas extranjeras para producción de agrocombustibles, así como para la producción de alimentos. En 2009, el Banco Central brasileño publicó un estudio inédito, mostrando que el 29,5% de la inversión extranjera directa (IED) en el país, entre 2002 y 2008, se destinó al sector del agronegocio (Freitas, 2013).

El estudio anterior mostró que la IED se destina específicamente a un conjunto de productos, tales como algodón, carnes (pollo, cerdo,

buey), soja, aceite, etanol, azúcar y jugo de frutas. Como se observa, estas inversiones tienden a reforzar la posición de Brasil, en la división internacional del trabajo, como gran proveedor de mercancías (commodities) alimentarias y agroenergéticas. En cuanto a la adquisición de tierras, hasta 2008, según el Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria (INCRA), había 1.396 municipios brasileños en los que constaba el registro de compra de tierra. Se calcula que, en ese año, 3,6 millones de hectáreas de tierras agrícolas en las regiones Sur y Centro-Oeste, así como en São Paulo, Minas, Bahía, Pará, Tocantins y Amazonas, fueron adquiridas por extranjeros (Masieiro, 2011; Freitas, 2013; Andrade de Sá *et al.*, 2013; Porro y Neto, 2014).

Si, por un lado, Brasil logra conciliar alta productividad utilizando menor área agrícola, la UE, a su vez, para producir sólo 10.775 millones de litros de agrocombustibles (biodiesel/etanol), usa 9,40 millones de hectáreas de tierra. Este hecho corrobora que no todos los países poseen simultáneamente condiciones técnicas y stock de tierras agrícolas y de agua para ampliar la producción de materias primas dirigidas a los agrocombustibles. Por no tener excedente de tierras para producir materias primas para los agrocombustibles, la UE, por ejemplo, ha apostado por los agrocombustibles de 2ª y 3ª generación, producidos a partir de residuos de la biomasa (Masieiro, 2011; Queirós y Freitas, 2013).

En este sentido, muchas empresas transnacionales, cuyas sedes están situadas en los países miembros de ese bloque, han instalado plantas en los países del sudeste de Asia, África y América Latina, para procesar la palma oleaginosa, entre otras materias primas, para el biodiesel (Houtart, 2010; Masieiro, 2011). La tierra, agua, técnica y subsidios estatales son, por lo tanto, los elementos que han atraído a las empresas transnacionales (ETN) a entrar en el circuito productivo de los agrocombustibles de Brasil, afirmándose esta tendencia sobre todo en el siglo XXI.

Por lo tanto, se observa que, a medida que las ETN entran en el país y se toman el sector, el Estado, en los diferentes niveles (nacional, estatal y municipal), las subsidia a través de exenciones fiscales, conce-

sión de terrenos públicos para instalaciones de unidades productivas y préstamos de dinero con intereses por debajo del precio de mercado, pues entiende que aquellas actúan en un mercado considerado estratégico.

### **El circuito productivo del etanol brasileño bajo el control de las ETN**

Las ETN han acumulado gran poder económico y gran parte de ellas presentan beneficios que llegan a superar el Producto Interno Bruto (PIB) de muchos países (Agnew y Corbridge, 1995; Houtart, 2010). A partir de ese contexto, en siete años de investigaciones (2008-2015), se buscó hacer el levantamiento —en medios y sitios especializados en el tema— acerca de las empresas brasileñas, con participación accionaria de extranjeros, que desarrollan (agregan valor a la tierra bruta) tierras con potencial agrícola para caña, algodón, granos, soja, entre otros cultivos, y luego las comercializan a las empresas transnacionales que actúan en la producción de agrocombustibles y alimentos (Masieiro, 2011).

Entre las empresas que actúan en el mercado de tierras, Tiba Agro es una de las que más ha adquirido propiedades y, según un ejecutivo de la propia empresa, la tendencia es que se adquiera las tierras de familias de agricultores, consolidando el proceso de concentración de tierra en Brasil. En 2010, NAI Comercial Properties, una multinacional norteamericana especializada en mercado inmobiliario, comercializó 100 mil hectáreas de tierras agrícolas a los fondos de inversiones extranjeras en diferentes Estados brasileños.

En 2008 se observó gran número de fusiones y adquisiciones en el circuito productivo del etanol, caracterizado por la relativa desconcentración y/o pulverización, pues el control accionario de las usinas de azúcar y alcohol estaba vinculado a familias tradicionales ligadas a aquel circuito y, como se ha demostrado, se trataba de un segmento que hasta entonces había sido protegido por el Estado brasileño. Actualmente, lo que ha ocurrido progresivamente es la concentración del circuito en apenas algunos grupos nacionales que se han asociado a las empresas

transnacionales. No obstante, las fusiones y adquisiciones son un proceso que viene ocurriendo desde 2000 (Houtart, 2010; Porro y Neto, 2014).

Actualmente, los cinco mayores grupos ya responden por el 43% de la molienda de caña de azúcar en Brasil. Conviene destacar que, en el circuito productivo de la soja, el nivel de concentración es del 64%, y en el de jugo de naranja es del 92%. Entre 2000 y 2008 las empresas transnacionales con sede en Estados Unidos y Francia lideraron el proceso de adquisiciones de las usinas de azúcar y alcohol brasileñas.

Entre 2008 y 2012 el proceso de adquisición de plantas de azúcar y alcohol también fue intenso. Sin embargo, fue el período en el que las empresas petroleras entraron en el circuito productivo del etanol. En 2008, BP adquirió el 50% de la Tropical Bionergia (municipio de Edeia, GO). La Tropical Bionergia, por su parte, es resultado de una *“joint-venture”* entre Santa Elisa Vale S/A y una empresa del grupo nacional Maeda (del sector de la agropecuaria y gran productora de algodón), de Goiás” (Benetti, 2008).

BP ha invertido fuertemente en la producción de etanol a partir de la caña de azúcar y también en etanol de segunda y tercera generación (utilización de cualquier tipo de biomasa o residuo para transformarlos en biocombustible). En 2011, adquirió el 83% de la planta CNAA (Municipio de Ituiutaba, MG), apalancando su capacidad de molienda, que hoy gira en torno a 7 millones de toneladas de caña, pero podrá llegar a 15 millones en los próximos años.

Conviene destacar lo siguiente. BP, así como otras empresas petroleras, se ha metamorfoseado en una empresa de energía que actúa prácticamente en todo el circuito energético. Pero, además, así como otras empresas transnacionales, localiza las unidades productivas separadas de las unidades en las que se generan las investigaciones e innovaciones tecnológicas (Dicken, 2010). Así, las inversiones de BP vinculadas al etanol de segunda y tercera generación se están realizando en la unidad de San Diego (EE.UU.). Por lo tanto, BP, así como otras empresas

transnacionales, ha aportado inversiones en el circuito productivo del etanol brasileño, sobre todo como consecuencia de los recursos naturales, tales como suelo y agua, así como en virtud del parque agroindustrial ampliamente moderno y tecnológico para la producción de etanol de primera generación. Pero los agrocombustibles que involucran altas tecnologías se desarrollan en los Estados Unidos.

En 2011, la Dutch Royal-Shell se asoció al mayor grupo nacional —la Cosan— a través de una *joint venture*, de la cual originó a Raízen. Shell adquirió el 50% del control de Cosan. Actualmente, Raízen es la tercera mayor distribuidora de combustibles en Brasil, detrás solamente de la BR (Petrobrás) y del Grupo Ultra. Petrobrás, en una señal tardía, comenzó a adquirir el control sobre algunas usinas de azúcar y alcohol. No obstante, al notar el proceso de internacionalización del circuito productivo del etanol brasileño, en 2010 Petrobrás Biocombustibles (subsidiaria de Petrobrás para el sector de etanol y biodiesel) adquirió el 45% de la Azúcar Guaraní (siete unidades de producción de azúcar y etanol), también controlada por la francesa Tereos. En 2013, la adquisición de la Usina Mandu por Petrobrás convirtió a la estatal brasileña en la cuarta mayor empresa de etanol de Brasil, lo que demuestra el proceso de concentración en ese circuito productivo.

Otro hecho que conviene subrayar es que el área plantada con caña de azúcar en 2011/2012 fue de 9,6 millones de hectáreas, según datos del IBGE. Entre 1990 y 2011 el área plantada con caña en Brasil creció casi cinco veces, saltando de 4,3 millones de hectáreas (1990) a 10,2 millones de hectáreas (2013). No casualmente la extensión del área plantada con caña en 2013 impresiona. El Estado de São Paulo prácticamente fue ocupado con aquella cultura. Además, la caña se expandió fuertemente hacia el suroeste de Goiás, sureste de Mato Grosso do Sul y Noroeste de Paraná. La Zona de la Mata Nordeste sigue también como tradicional zona cañaveral (Hira y Oliveira, 2009; Masieiro, 2011; Andrade de Sá et al., 2013; Bernardes, 2015).

Por lo tanto, el proceso de internacionalización del circuito productivo del etanol, el debilitamiento del Estado, la mercantilización de



tierras, la carrera global por agrocombustibles, alimentos y el mercado de automóviles bicomcombustibles (alcohol y/o gasolina) en Brasil, que corresponde al 93,7% de la flota de vehículos ligeros, ayudan a comprender la actual dinámica de la expansión de la caña de azúcar recientemente al Cerrado brasileño (Hira y Oliveira, 2009; Ribeiro et al., 2015). Sin embargo, esta expansión ha impulsado otros fenómenos, como la relocalización de la ganadería, la reducción de las áreas destinadas a los cultivos de primera necesidad, la concentración de la tierra y la especialización productiva de las regiones (Andrade de Sá et al., 2013).

La figura 1 exhibe una síntesis de cómo está distribuida el área plantada con soja, caña de azúcar, frijol y arroz en todo Brasil. Lo que se observa es una tendencia a la especialización productiva de las regiones brasileñas, cada cual incumbiendo a una tarea en la división territorial del trabajo. El Nordeste es donde se concentra la producción de frijoles; en el extremo Sur, la producción de arroz; en el Centro-Oeste, la soja y la caña; y en el Estado de São Paulo y la Zona de la Mata Nordestina, la caña de azúcar.

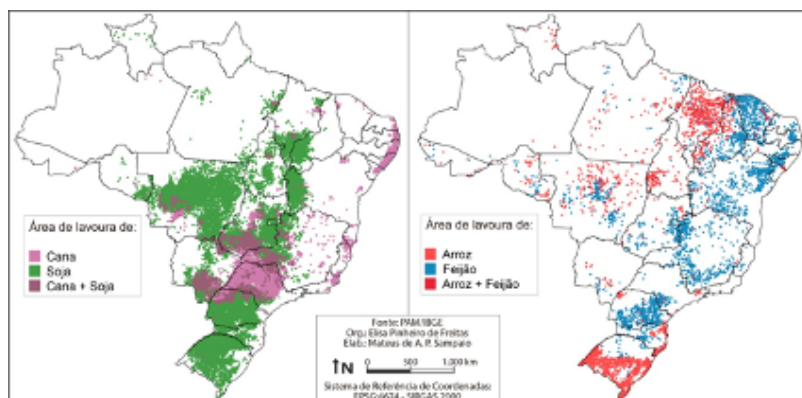


Figura 1. Áreas plantadas con géneros de primera necesidad versus cultivos para exportación (2015).

En 1990, por ejemplo, el área plantada con frijol era de 5,3 millones de hectáreas. En 2011 el frijol ocupó sólo 3,9 millones de hectáreas, según los datos del IBGE. En 2012, Brasil llegó a importar frijoles de

China, como consecuencia de la quiebra de la cosecha provocada por la variación climática. No obstante, la concentración de la tierra debe ser considerada como una de las principales causas que comprometen la soberanía alimentaria en Brasil. En el caso de que hubiera una política efectiva para la producción de alimentos en Brasil y de desconcentración de la tierra, la cuestión climática sería una variable a ser controlada con la expansión de las áreas para la producción de alimentos, con miras a asegurar el abastecimiento interno. La cuestión, sin embargo, es que las áreas para producir alimentos han disminuido progresivamente, y allí cualquier variación de orden climático compromete la soberanía alimentaria (Shaffel y La Rovere, 2010).

Pero no fue sólo el área plantada con frijoles la que disminuyó. Con la expansión del área plantada con caña de azúcar y soja, el cultivo destinado a productos de primera necesidad, conforme a la figura 1, se ha localizado cada vez más lejos de las regiones donde se encuentra gran parte de la población (Shaffel y La Rovere, 2010; Masieiro, 2011). Por esta razón, el flujo de las zonas productoras a las demás regiones del país queda comprometido como consecuencia de los problemas de infraestructura y logística, además de que la malla vial es insuficiente, de pésima calidad y, en el caso de existir peaje, éste es costoso en relación con las enormes distancias que el producto tiene que recorrer.

En 2012, el arroz fue uno de los productos alimenticios que más presionó la inflación hacia arriba, ya que el Río Grande do Sul actualmente responde por el 70% de toda la producción de ese grano en Brasil. En 2004, sólo respondía al 45% de la producción. Entonces, lo que se observa en las nuevas dinámicas territoriales, en relación con la expansión de los cultivos valeros, es que la producción de alimentos está distante de los centros consumidores y ha ocasionado fuerte presión inflacionaria.

Se planea que, hasta 2021, el circuito productivo del etanol habrá invertido R\$ 131 mil millones en la producción de etanol (equivalente a 32.900 millones de dólares). Si el nuevo Plan Nacional de Agroenergía confirma que el etanol representará el 50% de la matriz de combustibles, esto significará que, en las próximas décadas, el área plantada con

caña de azúcar, que en 2013 fue de 10,2 millones de hectáreas, tenderá a duplicarse. En 2016, el BNDES liberó hasta R\$ 2 mil millones o US\$ 0.502 mil millones para el circuito productivo del etanol, con el objetivo de almacenar ese agrocombustible para la próxima entre-cosecha de la caña (Valor, 2015).

Actualmente, el 79% de las tierras cultivables son utilizadas con pastoreo, hecho que también concurre para limitar el área destinada a la producción de alimentos. El estado de Pará, sin embargo, en la región del Bosque Amazónico, es donde se concentra buena parte del rebaño, seguido de los estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul y Rio Grande do Sul. En la figura 2 se puede observar las áreas en las que se concentra el mayor número de cabezas de ganado, con destaque para el municipio São Félix do Xingu (PA) (Andrade de Sá *et al.*, 2013).

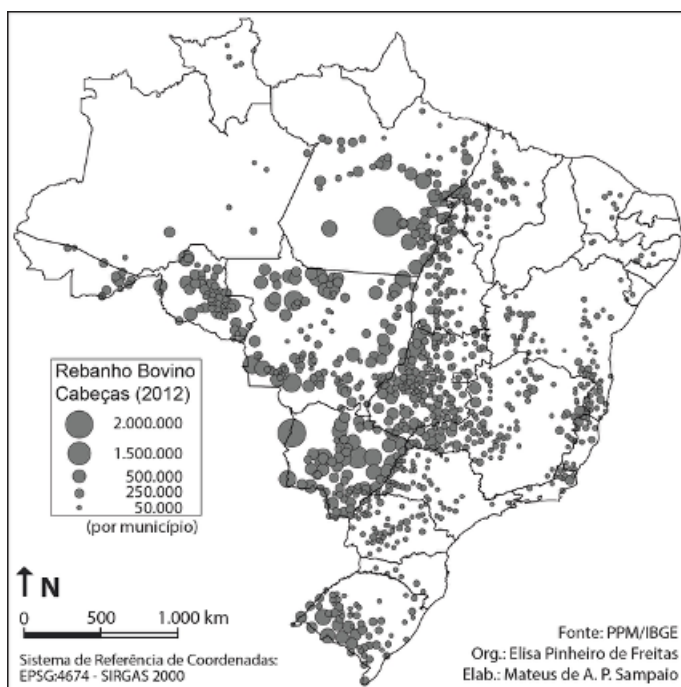


Figura 2. Rebaño bovino en Brasil en 2012.

El control del circuito productivo del etanol por las empresas transnacionales profundiza las contradicciones aquí señaladas (disminución de las áreas destinadas a la producción de alimentos, relocalización de la ganadería, entre otras) y, lo que es más preocupante, des-re-organiza el territorio brasileño, porque se apropia de recursos o materias esenciales, tales como tierra, agua, parque agroindustrial, financiación pública, y comanda el destino de la nación ante la pérdida de capacidad del Estado en someterlas.

### Consideraciones finales

Después de la discusión de las dinámicas y las acciones del Estado brasileño en relación con el circuito productivo del etanol, es posible entrever tendencias y ambigüedades en cuanto a las políticas dirigidas hacia aquel circuito productivo. Aunque Brasil ocupe posición semiperiférica en el plano del sistema internacional, no se puede ignorar su avance en lo que se refiere a la producción de los agrocombustibles. Brasil es uno de los países del mundo que ha logrado romper el estrecho vínculo entre la industria automovilística y el petróleo, al tener en el etanol de caña de azúcar un combustible alternativo.

Durante el interregno del Estado Autoritario Burocrático, el circuito recibió aportes financieros considerables por parte del Estado. La implementación del PNA vino para apoyar la pretensión “Brasil-potencia”. Desde entonces, la expansión de las plantas/destilerías y del área plantada con caña de azúcar, se ha convertido en un proceso continuo, aunque se adaptó durante la década de 1990, cuando los presupuestos neoliberales comenzaron a dirigir las acciones del Estado. Bajo los auspicios del neoliberalismo, el circuito productivo del etanol dejó de ser prácticamente regulado por el Estado. El proceso de desregulación abrió el camino para los procesos de fusiones y adquisiciones dentro de ese circuito productivo. La tendencia de éste es que se vuelva cada vez más desnacionalizado, concentrado y oligopolizado.

En Brasil, las empresas transnacionales usan y abusan de las virtualidades del territorio, disfrutando de la desregulación que rige en el país desde la década de 1990. De ahí surge la cuestión: ¿hasta qué punto Brasil se consagra como una potencia bionergética, si el control y el mando de la producción de los agrocombustibles se desnacionalizan y pasan a darse fuera del territorio brasileño? Otra constatación paradójica es que la inversión de recursos públicos a lo largo de más de un siglo, con vistas a la modernización de las estructuras productivas del circuito productivo del etanol, contemporáneamente ha sido apropiada por los países centrales y, una vez más, se canaliza la riqueza generada en la semiperiferia hacia el centro del sistema internacional.

### Bibliografía

Agnew, J. & Corbridge, S. (1995). *Mastering Space. Hegemony, territory and international political economy*. London/New York: Routledge.

Andrade, M. C. de (1994). *Modernização e pobreza: a expansão da agroindústria canavieira e seu impacto ecológico e social*. São Paulo: Ed. Unesp.

Andrade, E., Carvalho, S. & Souza, L. (2009). Programa do proálcool e o etanol no Brasil. *Engevista*, São Paulo, 11(2), 127-136.

Andrade De Sá, S., Palmer, C. & Di Falco, S. (2013). Dynamic of indirect land-use change: empirical evidence from Brazil. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2013, 65, 377-393.

Barros, B. (2015). Cargill e BHSL vão gerar bioenergia a partir de dejetos de frangos. *Jornal Valor Econômico*, São Paulo, 01 set. 2015. Recuperado de <http://www.valor.com.br/agro/4204800/cargill-e-bhsl-vaao-gerar-bioenergia-partir-de-dejetos-de-frangos>. Acceso 01 septiembre 2015.

Becker, B. & Egler, C. A. G. (1994). *Brasil: uma nova potência regional na Economia-Mundo*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

Benetti, M. D. (2012). A internacionalização recente da indústria de etanol brasileira. *Revista da Fundação de Economia e Estatística*. Recuperado de [revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/viewFile/.../2620](http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/viewFile/.../2620). Acesso 20 novembro 2012.

BNDES aprova R\$ 2 bilhões para estocagem de etanol. *Jornal Valor Econômico*, São Paulo, 31 ago. 2015. Recuperado de <http://www.valor.com.br/agro/4203622/bndes-aprova-r-2-bilhoes-para-estocagem-de-etanol>. Acesso: 31 agosto 2015.

Bernardes, J. A. (2015). Novas fronteiras do capital no Cerrado: dinâmica e contradições da expansão do agronegócio na região Centro-Oeste, Brasil. *Scripta Nova*, 507, 1-28.

Brasil. (1972). Instituto do Açúcar e do Alcool. *Brasil Açúcar. Coleção canavieira*, 8, Rio de Janeiro.

Brasil. (2011). Empresa de Pesquisa Energética. *Balanco Energético Nacional 2012: ano base 2011*. Rio de Janeiro: EPE.

Castells, M. (2007). *A sociedade em rede. A era da informação: economia, sociedade e cultura*. São Paulo: Paz e Terra.

Dé Carli, G. (1940). Civilização do Açúcar no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, 2(3), 349-371.

Dicken, P. (1992). Global Shift. *The Internationalization of Economic Activity*. London: Paul Chapman Publishing, 2ª ed.

Dicken, P. (2010). *Mudança global. Mapeando as novas fronteiras da economia mundial*. 5ª ed. Trad. Teresa Cristina Felix Souza. Porto Alegre: Bookman.

Dunham, F., Bomtempo, J. & Fleck, D. (2011). A Estruturação do Sistema de Produção e Inovação Sucroalcooleiro como Base para o Proálcool. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas, 10(1): 35-72.

Fargione, J. E., Plevin, R. J. & Hill J. D. (2010). The Ecological Impact of biofuels. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 41, 351-377.

Faucher, D. (1953). *Geografia agraria. Tipos de cultivos*. Trad. Rafael Martínez. Barcelona: Ediciones Omega.

Freitas, E. P. de (2013). *Território, Poder e Biocombustíveis: as ações do Estado brasileiro no processo de regulação territorial para a produção de recursos energéticos alternativos*. Tese de doutorado dirigida por Rosa Ester Rossini. São Paulo: Universidade de São Paulo.

Garcez, C. A. G. & Vianna, J. N. de. (2009). Brazilian Biodiesel Policy: Social and environmental considerations of sustainability. *Energy*, 34, 645-654.

Hira, A. & Oliveira, L. G. de. (2009). No substitute for oil? How Brazil developed its ethanol industry. *Energy Policy*, 37, 2450-2456.

Houtart, F. (2010). *A agroenergia. Solução para o clima ou saída da crise para o capital?* Petrópolis: Editora Vozes.

Marcovitch, J. (2011). *A gestão da Amazônia. Ações empresariais, políticas públicas, estudos e propostas*. São Paulo: Edusp.

Marx, K. (1982). *O capital. Crítica da Economia Política*. Trad. Reginaldo Sant'Anna. São Paulo: Editora Difel.

Masiero, G. (2011). Developments of biofuels in Brasil and East asia: experiences and challenges. *Rev. Bras. Polít. Int.*, 54(2), 97-117.

Meneses, T. J. B. (1980). *Etanol, o combustível do Brasil*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria De Produção E Agroenergia (2006). *Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011*. 2ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.

Moraes, A. C. R. de. (2000). *Bases da formação territorial do Brasil: o território colonial brasileiro no "longo" século XVI*. São Paulo: Hucitec.

Nye, J. S. & Keohane, R. O. (1971). Transnational relations and World Politics: an introduction. *International Organization*, New York, 25(3), 329-349.

Panith, L. & Gindin, S. (2012). *The making of global capitalism. The political economy of American Empire*. London/New York: Verso.

Peet, R. (2007). *Geography of power: the making of global economy policy*. London/New York: Zed Books.

Piketty, Th. (2014). *O capital no século XXI*. Trad. Sarah Adamopoulos. Lisboa: Círculo Leitores.

Porro, N. M. & Neto, J. S. (2014). Coercive Harmony in Land Acquisition: the gendered impact of corporate responsibility in the Brazilian Amazon. *Feminist Economics*, 20(1), 227-248.

Prado Jr., C. (1994). *Formação do Brasil Contemporâneo*. 24ª ed. São Paulo: Brasiliense.

Queirós, M. & Freitas, E. (2012). As geopolíticas dos biocombustíveis e as novas correlações de forças entre Portugal, no contexto da União Europeia, e o Brasil. En: *XII Coloquio Internacional de Geocrítica*, Bogotá. Anais... Bogotá: Geocrítica, Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/coloquio2012/actas/13-E-Freitas.pdf>. Acesso: 10 julho 2012.

Raffestin, C. (1993). *Por uma geografia do poder*. Trad. Maria Cecília França. São Paulo: Editora Ática.

Ramos, P. (2007). Os mercados mundiais de açúcar e a evolução da agro-indústria canavieira do Brasil entre 1930 e 1980: do açúcar ao álcool para o mercado interno. *Economia Aplicada*, São Paulo, 11(4), 559-585.



Rattner, H. (1998). Globalização e projeto nacional, em M. Santos, M. A. de Souza e M. L. Silveira (orgs). *Território, Globalização e Fragmentação* (pp. 102-107) 4ª ed. São Paulo: Hucitec-Anpur.

Ribeiro, N. V., Ferreira, L. G. & Ferreira, N. C. (2015). Padrões e impactos ambientais da expansão atual do cultivo da cana-de-açúcar: uma proposta para o seu ordenamento no bioma Cerrado. *Ateliê Geográfico*, 9, 99-113.

Puerto Rico, J. A., Mercedes, S. S. P. & Ildo L. S. (2010). Genesis and consolidation of the Brazilian bioethanol: A review of policies and incentive mechanisms. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 1874-1887.

Safatle, F. N. (2011). *A economia política do etanol. A democratização da agroenergia e o impacto na mudança do modelo econômico*. São Paulo: Alameda.

Santos, M. H. de C. (1993). *Política e Políticas de uma energia alternativa: o caso do Proálcool*. Rio de Janeiro: Notrya.

Santos, M. (1996). *Por uma geografia nova: da crítica da geografia a uma geografia crítica*. 4ª ed. São Paulo: Editora Hucitec.

Santos, M. (2004a). *O espaço dividido. Os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos*. Trad. Myrna. T. Rego Viana. São Paulo: Edusp.

Santos, M. (2004b). *Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal*. Rio de Janeiro: Record.

Sassen, S. (2012). *Cities in a world economy*. 4th ed. Los Angeles: Sage.

Schaffel, S. B. & La Rovere, E. L. (2010). The quest for eco-social efficiency in biofuels production in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1663-1670.

Silva, O. & Fischetti, D. (2008). *Etanol, a revolução verde e amarela*. São Paulo: Bizz Editorial.

Stattman, S., Hospes, O. & Mol, A. P. J. (2013). Governing biofuels in Brazil: a comparison of ethanol and biodiesel policies. *Energy Policy*, 2013, 61, 22-30.

Stiglitz, J. E. (2004). *Globalização. A grande desilusão*. Trad. Maria Filomena Duarte. 3ª ed. Lisboa: Terramar.

Szmrecsányi, T. (1979). *O planejamento da agroindústria canavieira no Brasil*. São Paulo: Hucitec.

Trentini, F. *et al* (2010). *Sustentabilidade: o desafio dos biocombustíveis*. São Paulo: Annablume.

**Santiago, la ciudad chilena hija de un padre ausente  
(gobierno metropolitano)  
y una madre sometida (gobernanza urbana).  
Un enfoque desde la expansión urbana y los riesgos  
socionaturales para una propuesta  
de gobernanza sistémica**

Claudia Rodríguez Seeger<sup>1</sup>  
Vanessa Rugiero de Souza<sup>2</sup>

**Introducción**

Santiago de Chile, una ciudad de 7.000.000 de habitantes en 2017, ha experimentado un crecimiento del 28% de su población en los últimos 15 años, manifestando una expansión proporcional sobre su entorno físico, de manera fragmentada e inorgánica. En efecto, aun cuando Santiago posee un plan regulador metropolitano y la mayoría de sus comunas cuenta con un plan regulador formalmente vigente, tales planes no son efectivos, pues corren detrás de un crecimiento “futuro” que ya fue. Esta situación incide, entre otras cosas, en que se profundice la segregación urbana, aumente la vulnerabilidad de ciertos estratos de la población y se ocupen áreas de riesgo socionaturales. Si bien existe un gobierno regional y también muchos municipios, así como la posibilidad, desde comienzos de 2018, de generar un arreglo institucional específico para administrar el área metropolitana, no existe hasta ahora un gobierno metropolitano en Santiago que se haga cargo de la conduc-

---

<sup>1</sup> Coordinadora de ETHICS de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Doctora Rernat. Correo-e: [claudia.rodriguez.s@u.uchile.cl](mailto:claudia.rodriguez.s@u.uchile.cl).

<sup>2</sup> Profesora de ETHICS de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Doctora en Arquitectura y Estudios Urbanos. Correo-e: [vanessarugiero@gmail.com](mailto:vanessarugiero@gmail.com).

ción, coordinación y gestión integradas de las comunas que conforman el Área Metropolitana de Santiago (AMS), es decir, de la conurbación de las comunas propiamente urbanas de la región. En tal situación, ha primado la gobernanza del “más fuerte”, en la que los grandes inversionistas (fundamentalmente privados) someten al resto de los actores. Se ha dado así una gobernanza lineal de arriba hacia abajo, ordenada a modo de pirámide, en la que los más poderosos se encuentran en la cumbre de la misma.

No obstante, una ciudad es, por definición, sistémica, pues en ella se encuentran múltiples actores, relacionados de diversas maneras, interactuando asimismo con las distintas dimensiones del territorio urbano (físico-natural, construido, sociocultural y económico), en un contexto de múltiples escalas espaciales (desde la local, pasando por la regional a la nacional e internacional) y de distintas escalas temporales (desde las pasadas, pasando por las presentes hasta las futuras). Al respecto, Harkness señala que “las ciudades son redes de facto: un sinnúmero de instituciones y actores públicos, privados y cívicos, conectados de manera más o menos formal, que en conjunto producen la economía, moldean el paisaje físico y entrelazan el tejido social de la vida urbana” (Harkness, 2018, p. 265).

Tales características de una ciudad son reforzadas en centros urbanos metropolitanos como Santiago, por lo que es necesario aplicar sobre estas áreas la noción de “sistema territorial”, entendido como “un recorte de un espacio geográfico [muchas veces con bordes difusos y dinámicos], el cual se identifica como una totalidad en función de elementos objetivos y subjetivos, donde interactúan distintos subsistemas, que tienen características únicas producto de esas interrelaciones, que lo distinguen de su entorno y de otros subsistemas, de igual o mayor jerarquía (con los cuales también interactúa), y que está sujeto a la valoración que sus propios habitantes y demás actores hacen de él” (Rodríguez Seeger, 2016). Por ende, estos territorios tienen una gobernanza particular, referida a la manera en que se organizan y relacionan sus actores, tanto de manera formal como informal, para conducir la toma de decisiones sobre el mismo. Entonces, si se ha de intervenir sobre

esta gobernanza, se debe conocer que se trata de un sistema complejo, en el cual, por una parte, están las instituciones formales, pero, por otra, las instituciones informales, derivadas de la cultura, que pueden ser más importantes que las lógicas de la economía formal y que son fundamentales en las relaciones de poder que se dan entre los actores. Así, muchas veces, intervenciones miopes no son capaces de ver esta complejidad y mucho menos tener conciencia de la incertidumbre que las mismas provocan en los resultados buscados. No es de extrañar, entonces, que modelos económicos diversos y variados arreglos institucionales no logren encauzar las dinámicas del crecimiento espacial de la ciudad según los objetivos propuestos.

El presente ensayo revisa el crecimiento de Santiago en población y extensión, buscando alguna correlación con el tipo de gobernanza predominante, para posteriormente analizar los planes reguladores en términos de su efectividad para reducir los riesgos socionaturales producidos a la par del crecimiento en expansión de la ciudad capital. Finalmente, se realiza un análisis crítico de la gobernanza de Santiago, proponiéndose algunas ideas para una nueva gobernanza metropolitana, consustancial a su realidad sistémica, que tienda a una ciudad más amable y sustentable para sus habitantes actuales y futuros.

### **El crecimiento de Santiago en población y extensión**

Según se desprende de las tablas 1 y 2, entre 1952 y 2017 el AMS ha quintuplicado su población (factor 4,9) y ha superado este índice en términos de su superficie (factor 5,5), por lo que, para el período señalado, se puede afirmar que prima un crecimiento en extensión por sobre un crecimiento vertical de la ciudad.

No obstante, tal crecimiento en extensión no ha ocurrido de manera homogénea, ni en el tiempo ni en el espacio. En efecto, al comparar el crecimiento poblacional con el crecimiento espacial de la ciudad, se puede observar que este último ha sido mayor en tres períodos:

- a) Entre 1960 y 1970 (2,7% vs. 4,2%), época en la cual el crecimiento en superficie aumenta levemente respecto del período anterior (de 4,1% a 4,2%), aun cuando el crecimiento poblacional baja drásticamente (de 4,4% a 2,7%).
- b) Entre 1992 y 2002 (1,2% vs. 2,7%), período en que sigue disminuyendo el crecimiento poblacional respecto de los períodos anteriores, en tanto el crecimiento espacial aumenta de 1,6%, entre 1982 y 1992, a 2,7%, entre 1992 y 2002.
- c) Finalmente, entre 2002 y 2017, se observa una convergencia entre uno y otro crecimiento (1,7% versus 1,8%), aunque todavía sigue siendo levemente mayor el crecimiento espacial respecto del poblacional.

Tabla 1: Crecimiento población Área Metropolitana de Santiago 1952-2017

| Año          | 1952      | 1960      | 1970      | 1982      | 1992      | 2002      | 2017      |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Habitantes   | 1.422.266 | 2.013.215 | 2.629.432 | 3.956.400 | 4.775.829 | 5.394.430 | 6.903.479 |
| Crecimiento% |           | 4,44      | 2,71      | 3,46      | 1,90      | 1,23      | 1,66      |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base del Instituto Nacional de Estadísticas, Chile. Censos respectivos años.

Tabla 2: Crecimiento superficie Área Metropolitana de Santiago 1952-2017

| Año          | 1952   | 1960   | 1970   | 1982   | 1992   | 2002   | 2017   |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hectáreas    | 15.351 | 21.165 | 31.841 | 42.080 | 49.270 | 64.140 | 83.789 |
| Crecimiento% |        | 4,10   | 4,17   | 2,35   | 1,59   | 2,67   | 1,80   |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos de superficie de Miranda (1997); Galetovic (2006); Petermann (2006); MINVU, INE y PNUD (2018).

Sin embargo, a pesar de la referida convergencia en el crecimiento de población y superficie en el período 2002-2017, no se logra revertir el crecimiento negativo de la densidad de población, tendencia que se observa desde 1992 en adelante (ver tabla 3), con una tasa de -1,41% entre 1992 y 2002, y de -0,14% entre 2002 y 2017, situación que

sólo es comparable con lo ocurrido entre 1960 a 1970, período en que también se observó un crecimiento negativo de la densidad (-1,40%).

Tabla 3: Densidad Área Metropolitana de Santiago 1952 – 2017

| Año                 | 1952  | 1960  | 1970  | 1982  | 1992  | 2002  | 2017  |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Densidad (habs./Ha) | 92,65 | 95,12 | 82,58 | 94,02 | 96,93 | 84,10 | 82,39 |
| Crecimiento%        |       | 0,33  | -1,40 | 1,09  | 0,31  | 1,41  | -0,14 |

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de las dos tablas anteriores.

Las tasas de crecimiento de la población, de la superficie y de la densidad del AMS se pueden observar de manera comparada en la figura 1.

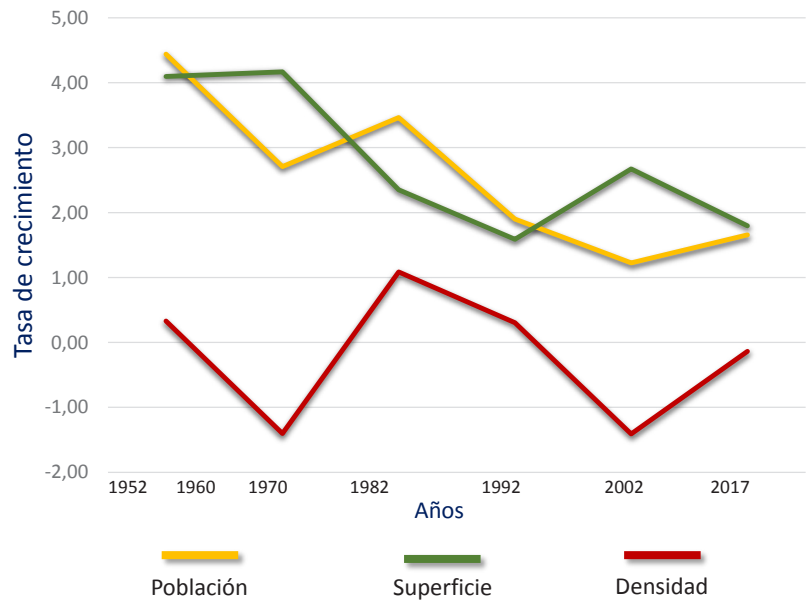


Figura 1: Tasas de crecimiento de población, superficie y densidad, ÁMS, 1952-2017. Elaboración propia.

En síntesis, el análisis anterior nos permite identificar dos etapas de expansión importantes del AMS: entre 1960 y 1970, y entre 1992 y 2002, así como, continuando esta tendencia —aunque de manera más moderada—, entre 2002 y 2017. Por otra parte, entre 1970 y 1992 la población crece más que la superficie de la capital chilena, con lo que la densidad aumenta (de 82,6 a 96,9 habitantes/ha), en tanto, entre 2002 y 2017 se recupera el nivel de densidad de 1970 (82,4 habitantes/ha). Según se verá a continuación, las tendencias antedichas —hacia el crecimiento en expansión o densificación del AMS— se dan sin una correlación clara con el tipo de gobernanza existente en el país y en la ciudad.

### ***Expansión, 1960 a 1970***

Entre 1960 y 1970 el promotor del desarrollo urbano era el Estado central, entidad que, a través de su política de vivienda social, impulsaba la expansión de la “mancha urbana”, mediante la construcción de viviendas o entrega de sitios en la periferia de la aglomeración urbana, tanto hacia el lado interno como externo del límite urbano (Petermann, 2006; Hidalgo, 2007). Se trataba de un Estado democrático, de corte progresista, enmarcado en el modelo económico de sustitución de importaciones. De este modo, a través de las viviendas sociales —según señala Hidalgo (*Ibíd.*)— se proporcionó una solución habitacional a obreros industriales y de la construcción, como también a aquéllos que se desempeñaban en el sector servicios (menor y doméstico).

### ***Densificación, 1970 a 1992***

Esta etapa se inicia con un gobierno socialista, que es derrocado (1970 a 1973), al que sigue un largo período de dictadura militar, con política económica de libre mercado (1973 a 1990), y que cierra con la recuperación de la democracia (1990-1992). Pues bien, claramente, se trata de un período de gobernanzas contradictorias, no solo porque se suceden distintos tipos de gobiernos en el país, sino también porque el gobierno más largo (dictadura militar) constituye una contradicción en sí mismo, en el que se combinan el control político con la libertad económica. Considerando que es este el gobierno más prolongado dentro



de la etapa analizada, a continuación nos referiremos a este período gubernamental.

Durante la dictadura militar (1973-1990), se puede distinguir tres períodos desde un punto de vista de la política urbana y la aplicación de ésta al AMS: 1973-1979; 1979-1985; 1985-1990.

### **1973-1979**

En esta etapa podemos decir que primó un “Estado controlador”, que buscaba contener el crecimiento de la ciudad. En efecto, el gobierno militar diagnosticó tempranamente la macrocefalia de la ciudad capital de Chile, asegurando que ésta concentraba el crecimiento económico del país en desmedro de la periferia y que, por ende, era necesario “romper deliberadamente este ‘círculo vicioso’” (Rodríguez Seeger *et al.*, 2006, p. 583), lo cual fue abordado explícitamente en la Estrategia Nacional de Desarrollo Regional 1976-1990, publicada en 1975. Ese mismo año, mediante un Decreto Supremo (DS N°193), el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) decidió frenar el crecimiento en expansión de la ciudad, trazando un límite urbano muy conservador que, básicamente, incorporaba a la ciudad el área urbana que había crecido fuera del límite establecido en 1960, y reservaba algunas hectáreas sin urbanizar para permitir el crecimiento de la ciudad dentro de la próxima década (Petermann, 2006). A diferencia de lo que había ocurrido anteriormente y de lo que sucedería en períodos posteriores, este límite trazado por el gobierno militar fue respetado. Petermann (*Id.*, p. 217) atribuye aquello a dos factores: En primer lugar, señala que “...por esos años la construcción de viviendas sociales cayó fuertemente,... [pues] la edificación pública casi cesó luego del golpe militar de 1973... La caída del gasto en vivienda fue parte del ajuste fiscal general que se hizo por esos años”. Por otra parte, siguiendo a la misma autora, en 1976 se habría vuelto a invertir en vivienda social, pero entonces se utilizó el suelo dentro del límite reservado para ello. Agrega que “tal vez no sea casualidad que, cuando el suelo comenzó a escasear a fines de 1978 y los precios a subir, el límite se liberalizara en 1979” (*Id.*, p. 218).

## **1979-1985**

Este período de la dictadura militar es el más conocido y mencionado en la literatura referida a política urbana de Chile. Ello se debe a que, en 1979, se emitió la primera Política Nacional de Desarrollo Urbano del país, que rompió con todo lo que se había venido haciendo en la materia hasta entonces en Chile. En efecto, en esta etapa se pasó de un “Estado controlador” a un “Estado subsidiario” del desarrollo urbano, el cual debía practicar el *laissez faire*, en el marco de una economía de mercado. Así, la política en referencia declaraba, entre otras cosas, que “el suelo urbano no es un recurso escaso”, “el uso del suelo queda definido por su mayor rentabilidad” y “el uso del suelo urbano debe regirse por disposiciones flexibles, definidas por los requerimientos del mercado” (MINVU 1979, en Rodríguez Seeger, 2014, p. 188). Si bien con esta política emerge un nuevo paradigma, junto con un rol más protagónico de los agentes privados en la construcción de la ciudad, en la práctica esta nueva forma de “hacer ciudad” se pone en marcha de manera paulatina, lo cual explicaría que, por estos años, el crecimiento de Santiago fuera menos explosivo de lo que se hubiese esperado. Siguiendo a Petermann, si bien en 1979 las modificaciones al Plan Intercomunal de Santiago significaron agregar casi 100.000 ha para el crecimiento futuro de la ciudad a las 40.000 ha ya existentes, mediante “áreas de expansión urbana”, éstas estaban sujetas a ciertas regulaciones referidas a la subdivisión de los predios y superficies mínimas de éstos, condiciones de edificación y densidad, entre otros. Además, cuando los privados decidían construir, debían considerar también las obras de infraestructura requeridas para urbanizar, pues el Estado, que ahora asumía un rol subsidiario, “no se comprometía a construir obras de infraestructura ni garantizaba su futura incorporación al perímetro urbano” (Petermann, 2006, p. 218).

Aunque las regulaciones antes aludidas pudieron haber desincentivado, en cierta medida, la construcción de grandes condominios para las clases sociales más acomodadas en la periferia de mejores ingresos de la ciudad, ello no impidió que la ciudad se extendiera hacia la periferia pobre de la misma (principalmente hacia el sur y poniente), a través de una vivienda social que acogió a los habitantes de las erradicaciones de

“campamentos”, los cuales habían surgido a partir de tomas de terrenos en distintas comunas del AMS. Si bien la vivienda social ocupó lugares periféricos, su construcción fue densa, pues “estas agrupaciones de vivienda en general fueron edificadas en grandes conjuntos, los que permiten reducir costos y aumentar las ganancias de las empresas privadas que califican en su construcción” (Hidalgo, 2007, p. 65).

### **1985-1990**

Este período se inicia con el reemplazo de la política urbana liberal por otra más moderada, la cual hace eco de las críticas que entonces recibió la primera. En efecto, esta nueva política nacional señala que el suelo es un recurso económicamente escaso, que es necesario aplicar normativas y acciones diferenciadas para cada tipo de suelo, que el uso intensivo del suelo de la ciudad puede resultar conveniente y que, en pro del bien común, la administración comunal puede establecer normas para regular el uso del suelo urbano (Rodríguez Seeger, 2014). Esta política tiene como consecuencia la eliminación del “área de expansión urbana” del AMS y su reemplazo por “áreas urbanizables”, que absorberían el crecimiento futuro, pero de manera mucho más acotada que en el período anterior.

Hacia finales del gobierno militar, éste se jactaba del éxito de su política habitacional, en términos que había logrado reducir el número de campamentos y el déficit habitacional; sin embargo, surgió un nuevo problema: el de los allegados, el cual, en palabras de Rugiero Pérez (1998), constituía otra “modalidad del déficit”. Se trataba de familias que no contaban con el ahorro previo que entonces el gobierno exigía para postular a los programas habitacionales de la época, de modo que su única opción era ser acogidas en la vivienda de familiares o conocidos, lo que ciertamente aumentó la densidad y el hacinamiento en las poblaciones más vulnerables de la ciudad capital, más aún considerando que las viviendas sociales disminuyeron su superficie desde 40 o 45 m<sup>2</sup> a 30 m<sup>2</sup> (*Ibíd.*, Hidalgo, 2017).

### ***Expansión 1992 a 2002***

Entre 1992 y 2002, la expansión de la ciudad se debió tanto a la acción del sector público como del sector privado. Después de 17 años de dictadura, en 1990 retornaba la democracia y la preocupación social pasó a ser una urgencia; sin embargo, ello no debía ir en desmedro de lo que se consideraban los “logros económicos” de una economía de mercado.

Así, en este período, el Estado fue muy activo en la construcción de vivienda social; sin embargo, contribuyó aún más que antes a la dispersión del AMS, por cuanto —siguiendo a Hidalgo (*Ibid.*)— ya no eligió para la ubicación de la vivienda social la periferia inmediata de la aglomeración urbana, sino localizaciones más allá de ésta, quebrando la continuidad de la ciudad y segregando aún más a la supuesta población beneficiada del desarrollo de la urbe. Elaborando los datos entregados por Hidalgo (*Ibid.*, p. 69), podemos señalar que, entre 1978 y 1989, tales localizaciones “metaperiféricas” son el asiento de 9.046 viviendas sociales, en tanto entre 1990 y 2002 ellas alcanzan a 19.704 unidades; es decir, la construcción anual de estas viviendas en la “metaperiferia” se duplica entre un período y otro, pasando de un promedio de 822 a 1.642 viviendas.

Sin embargo, esta expansión dispersa y fragmentada o *urban sprawl* —según se conoce el fenómeno en inglés— también ha sido fuertemente impulsada por el sector privado, concretamente por las grandes empresas inmobiliarias, por cierto en complicidad con el Estado, el cual promueve las inversiones de aquéllas en el marco de una creciente competitividad territorial en el nivel local, protegiendo e incentivando la rentabilidad privada del uso del suelo. Así, se han desarrollado megaproyectos residenciales más allá de la periferia urbana, los cuales buscan “capitalizar el *potencial de brecha* que se genera entre el valor del suelo no urbanizado y el máximo beneficio económico resultante de urbanizarlo con los mayores estándares y rentabilidades de uso” (Arriagada y Simioni, 2001, en Heinrichs *et al.* 2009, p. 33).

### ***Expansión 2002 a 2017***

Las tendencias hacia la expansión continúan hasta hoy, en el marco de una gobernanza similar a la del período anterior, aunque dicha expansión ocurre de manera más moderada. Podemos plantear algunas hipótesis para explicar la ralentización de la expansión a partir de algunos antecedentes objetivos, pero que aún requieren ser investigados para concluir al respecto. Ciertamente, en este punto es necesario referirse a la dimensión espacial para explicar el fenómeno en comento, que de ninguna manera es homogéneo al interior del AMS.

En efecto, en el período analizado (2002-2017), la comuna de Santiago es la que manifiesta el mayor crecimiento poblacional absoluto del AMS, con 190.336 habitantes más, según cifras censales, lo cual claramente representa un quiebre respecto del período censal anterior (1992-2002), en el cual esta comuna perdió habitantes. Así, de un crecimiento negativo anual (-1,0%) se pasa a uno claramente positivo (4,3%). Este crecimiento se explicaría, por una parte, por un proceso de renovación urbana de la céntrica comuna, lo cual fue posible a partir de la demolición de casas y la construcción de edificios departamentos en su lugar, más la asignación de subsidios para la compra de éstos, lo cual revela una voluntad explícita del Estado central, a través del MINVU, para revalorizar el centro de la ciudad. Tal política conllevó al desplazamiento de los habitantes socialmente más vulnerables de la comuna hacia lugares más periféricos y a la llegada de habitantes de niveles socioeconómicos medios y medio-altos a la comuna central, produciéndose una “gentrificación” del centro de Santiago, según lo explica un estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica de Chile en 2014<sup>3</sup>. Sin embargo, como contrapartida, según este mismo estudio, también aumentó el hacinamiento de los hogares vulnerables en esta comuna, los cuales están conformados mayoritariamente por arrendatarios.

---

<sup>3</sup> Valencia, Manuel. A 20 años del plan de renovación urbana: cómo cambió el perfil del habitante de Santiago Centro. *El Mercurio*, 27 de julio de 2014. Recuperado de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2014/07/27/a-20-anos-del-plan-de-renovacion-urbana-como-cambio-el-perfil-del-habitante-de-santiago-centro/>.

Al respecto, podemos señalar, a modo de hipótesis, que muchos de dichos hogares vulnerables y hacinados en la comuna de Santiago podrían corresponder a inmigrantes. En efecto, la inmigración en Chile, en el período analizado, pasó de 195.000 personas (2002) a 961.000 (2017), concentrándose más del 60% de los inmigrantes en la Región Metropolitana de Santiago y, dentro de ésta, mayoritariamente en la comuna de Santiago, seguida por otras comunas consolidadas dentro del AMS, como Las Condes, Independencia, Recoleta, Providencia y Estación Central, según estudio realizado por Doña y Moya (2017). Esta última comuna, vecina de la comuna de Santiago hacia el poniente, ha recibido numerosas críticas respecto de su proceso de densificación, realizado en ausencia de un plan regulador comunal, permitiéndose la construcción de edificios con 3.000 departamentos, 42 pisos y veredas de un metro de ancho, a modo de “guetos verticales”, según denunció el propio intendente de la Región Metropolitana de Santiago en abril de 2017<sup>4</sup>.

Entonces, en este último período analizado se observa una densificación de las comunas céntricas del AMS. Si bien, en términos generales, ello es una buena noticia, por cuanto constituye un freno para la expansión de la ciudad, una mirada más focalizada permite apreciar los problemas asociados con el tipo de densificación generada y que, en algunos casos, ha ocurrido en desmedro de la población local más vulnerable. Esto ciertamente recuerda la densificación con hacinamiento observada durante la dictadura militar, en los sectores periféricos más pobres de la ciudad.

### Los planes reguladores y su efectividad

El crecimiento en extensión de Santiago ha significado un avance hacia áreas expuestas a amenazas socionaturales, generándose nuevas amenazas o incrementado las existentes, para afectar principalmente a la población más vulnerable y que tiene menos posibilidades de resiliencia. Cabe agregar que, mientras, por una parte, se aumentan las

---

<sup>4</sup> Los “guetos verticales” de Estación Central que enfrenta al intendente Orrego con el municipio. *EMOL*, 6 de abril de 2017. Recuperado de <http://www.emol.com/noticias/Nacional/2017/04/06/853013/Construccion-de-edificios-en-Estacion-Central-enfrenta-a-intendente-y-municipio.html>.

condiciones de exposición y vulnerabilidad, por otra el cambio climático contribuye a exacerbar las amenazas, con lo cual las situaciones de riesgo se extreman.

El riesgo se configura a partir de la relación entre factores de amenaza y vulnerabilidad, lo cual debiera ser considerado en la planificación del territorio. Sin embargo, en Chile el ordenamiento territorial ha privilegiado modos de gobernanza y relaciones regulatorias neoliberales que se adaptan al cumplimiento de la lógica de libre mercado, con base en un Estado que avala y genera las condiciones para ello y que, de acuerdo con Musterd y Ostender (Musterd y Ostender, 1998, en Rodríguez Arranz, 2009), tiene como propósito el crecimiento y apoyo a las ganancias. En esta misma línea, Heinrichs et al. (2009) señalan que la orientación de libre mercado y el apoyo a la inversión directa en Chile intensifican el desarrollo urbano y que “en muchos casos, los planes de uso de suelo están concebidos más bien para preparar o legitimar, más que para limitar un nuevo desarrollo” (p. 35). De esta forma, la planificación territorial se convierte en un instrumento privado con fines de negocios y, por ende, los planes reguladores no resultan eficaces en normar las áreas de riesgo.

Aunque existe legislación para incluir consideraciones de riesgo en la planificación, con frecuencia se autoriza la urbanización en zonas propensas a amenazas. Incluso cuando la normativa se aplica adecuadamente, la planificación puede resultar poco efectiva para la gestión de riesgo, si una determinada amenaza se extiende a través de varias comunas, puesto que la planificación nacional tiende a basarse en normas que no están pensadas para abordar problemas locales, y la planificación local no ejerce influencia sobre la gestión de los riesgos que puedan construirse al margen de su jurisdicción, evidenciándose una carencia de marcos de planificación intermedios para abordar adecuadamente los riesgos.

El crecimiento urbano inorgánico sobre la periferia de la ciudad no afecta del mismo modo a todas las áreas urbanas, viéndose algunas más impactadas que otras en términos de los riesgos que se generan,

como es el caso de las áreas del piedemonte de la capital chilena. En efecto, en ellas se combinan peligrosamente el atractivo inmobiliario y las amenazas socionaturales. A partir de un estudio del piedemonte de Santiago (Rugiero de Souza, 2017), se ha podido concluir que la dinámica de expansión urbana y la ocupación de suelo han desarrollado condiciones de riesgo, en tanto los instrumentos de planificación que intervienen en el proceso y que podrían regular tal ocupación, se han adaptado a los intereses individuales de carácter privado para avalar dicha expansión. De este modo, el proceso de urbanización en el piedemonte de Santiago ha propiciado la expansión urbana hacia sectores catalogados como “áreas de riesgo geofísico”, incrementando el riesgo a partir de amenazas morfodinámicas (inundaciones, procesos de erosión y deslizamientos) y sísmicas (agudizadas en esta zona por la falla San Ramón), aumentando así la exposición de la población.

En los instrumentos de planificación territorial de Chile, la definición de “áreas de riesgo” establece las normas urbanísticas que aplican a los proyectos que se ejecuten en dichas áreas; asimismo, a través de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, se señala que la autorización para proyectos en tales áreas requiere un nuevo “estudio fundado”, a partir del cual se definirán las acciones que deberán desarrollarse para su uso, incluyendo la Evaluación de Impacto Ambiental. Es así como, en este proceso de aplicación del instrumento de planificación, se vuelve a abrir la posibilidad de construir riesgo, ya que las obras diseñadas para mitigar o subsanar la amenaza que define a las “áreas de riesgo” se evalúan en el contexto de cada proyecto, sin un análisis global del entorno, lo que dificulta la evaluación de posibles efectos acumulativos o sinérgicos. Por otra parte, en la práctica, no existe un organismo competente que apruebe dicho estudio. Asimismo, se observa que las medidas de mitigación han contribuido a dar sensación de seguridad a las personas, propiciando la localización de población en las áreas de riesgo. Esta “restricción abierta” que establece la legislación chilena para construir sobre áreas de riesgo se relaciona con la gobernanza implementada, acorde con el modelo de desarrollo y su correlato normativo, y se agrava con el hecho de que ninguna obra de ingeniería está concebida para hacer frente a eventos realmente extremos o para



determinados períodos de retorno. De este modo, eventos extremos, como los que actualmente se vinculan con el cambio climático, frecuentemente no son considerados (*Ibíd.*).

Estamos así ante instrumentos de planificación territorial excesivamente permisivos, que no toman las precauciones necesarias ante escenarios complejos e inciertos como los que impone el cambio climático en un sistema urbano altamente dinámico como el del AMS. En tal sentido, las proyecciones a 20 o 30 años del desarrollo urbano, realizadas a partir de estos instrumentos, han resultado insuficientes e incluso contraproducentes para la reducción de los riesgos de desastres, por cuanto se han aplicado normas urbanísticas que han contribuido a aumentar la exposición de personas e infraestructura a amenazas potenciales (*Ibíd.*).

Si bien el marco de conceptualización de cómo entender el riesgo y el desastre en Chile ha ido evolucionando, aún queda camino por recorrer. Luego del terremoto y tsunami que afectó al país el 27 de febrero del 2010, Chile ha avanzado en varios aspectos relacionados con la gestión de riesgo, tomando como base y guía el Marco de Acción de Hyogo y las propuestas que al respecto ha planteado para el país la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (*UNISDR*). Así, se han implementado importantes cambios al Sistema de Protección Civil, el cual está encabezado por la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, en tanto se ha creado la Plataforma Nacional para la Reducción de Riesgo de Desastre para consolidar una cultura preventiva, en la cual participan instituciones públicas, privadas y academia. Sin embargo, la institucionalidad sigue demasiado centrada en el desastre, lo que no permite entender que la construcción de escenarios de riesgo es un proceso cotidiano, inmerso en las opciones de desarrollo, que se construye a partir de las acciones que cada actor —por omisión o desconocimiento de las amenazas existentes en el entorno y/o la inadecuada intervención sobre el territorio— desarrolla, transformando al proceso de urbanización en su propio “enemigo”, al no adecuarlo a las dinámicas del entorno en el que habita.

Es necesario entonces ampliar la visión, entendiendo que el riesgo y su reducción forman parte de un sistema mayor, estrechamente relacionado con el propio desarrollo del país y que, en consecuencia, implica reformular la manera de hacernos cargo de las condiciones de riesgo. Lo anterior impone desafíos importantes en términos conceptuales y metodológicos, que transiten desde el “ciclo de desastres”, considerado normalmente como algo “natural”, a una reducción de riesgo, que vaya de la mano de una gestión correctiva y prospectiva, es decir, que proyecte los escenarios que inducen los distintos cauces de desarrollo que el país puede asumir. Esto no es otra cosa que alejarse de los estilos de desarrollo que refuerzan los desequilibrios sistémicos y acercarse a aquéllos que promueven el equilibrio y la autorregulación, así como la estabilidad ante las perturbaciones. Se trata, en síntesis, de transitar desde un desarrollo que impone la gobernanza del más fuerte, para captar un beneficio individual o privado, hacia un desarrollo que se teje en red, promoviendo la colaboración entre actores en pro del bien común.

### **La gobernanza metropolitana de Santiago: visión crítica y propuestas**

Según lo expuesto en las páginas precedentes, no existe una correspondencia clara entre la modalidad de gobernanza dominante y el tipo de crecimiento urbano generado (expansión o densificación). ¿Quiere decir esto que la gobernanza no incide en el tipo de crecimiento espacial de la ciudad? Por cierto, pareciera que no tiene mayor incidencia en éste qué tipo de actor domina la gobernanza de la urbe, si es el Estado, el sector privado o una combinación de ambos. Lo que sí llama la atención es que la gobernanza se define a nivel país (Estado centralizado), en tanto no existe hasta ahora una autoridad de contrapeso a nivel de la ciudad que, entre otras cosas, pudiera incidir en una mejor gestión de la reducción de los riesgos en el AMS. Lo anterior, a pesar de algunos esfuerzos realizados en pro de una mayor descentralización, que no han llegado a tener resultados efectivos<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> En febrero de 2018 se emitieron dos leyes (21.073 y 21.074), promocionadas como un esfuerzo de descentralización en favor de las regiones, que generaban la posibilidad de crear administraciones metropolitanas; sin embargo, hasta ahora ello no ha derivado en un traspaso efectivo del poder central hacia las regiones. Hasta el cierre del presente ensayo no se había firmado el decreto que constituiría administrativamente al AMS para una mejor gestión de la misma, en ámbitos como planificación urbana, transporte o inversión en infraestructura, entre otros.

De este modo, podemos decir que la gobernanza para el AMS continúa siendo de tipo piramidal: antaño (hasta los años 70 del siglo XX) con preeminencia del Estado; actualmente (desde los años 80 del siglo pasado) con el liderazgo del sector privado (apoyado, no obstante, por el Estado), en el que los ciudadanos con menor poder adquisitivo —y que, por ende, no participan en el mercado inmobiliario— tienen poco que decir.

En el Santiago de hoy, las reglas del juego las pone el Estado en el nivel central, en el marco de un modelo económico capitalista de libre mercado y una Constitución política que data de la dictadura (a pesar de algunas modificaciones posteriores) y que, claramente, privilegia el derecho de los privados por sobre el bien común. No obstante, tal como lo demuestra Petermann (2006) y según hemos corroborado en el análisis presentado, el modelo económico y la preeminencia del sector privado parecen no ser los únicos responsables del crecimiento en extensión de la ciudad y, por ende, de sus consecuencias en la generación de riesgos.

Entonces, ¿qué tienen en común los tipos de gobernanza que se han sucedido en la capital chilena que pudieran explicar (con algunos altibajos) la voracidad de su crecimiento espacial? Al respecto, podríamos aludir a las características patriarcales de la sociedad chilena, como heredera de una cultura occidental europea que, en palabras de Maturana (2003), “valora la guerra, la competencia, la lucha, las jerarquías, la autoridad, el poder, la procreación, el crecimiento, la apropiación de los recursos, y la justificación racional del control y de la dominación de los otros a través de la apropiación de la verdad”. En tal sentido, poco importa quién esté en la cúspide de la pirámide, pues siempre habrá una relación jerárquica de autoridad, de querer avanzar sobre un territorio para dominarlo, subyugarlo y apropiarlo, y demostrar poder sobre eventuales competidores. Cuando la gobernanza funciona de esta forma, ni siquiera es necesario que el “padre” tenga nombre, que su apellido sea Estado o privado, pues las relaciones de dominación seguirán funcionando de la misma manera. Y, entonces, ¿es necesario un gobierno metropolitano? Pues bien, en una estructura patriarcal, un verdadero gobierno metropolitano sería visto como un competidor para el gobierno central, generándose una rivalidad y competencia entre “machos”,

lo que difícilmente podría ayudar a solucionar los problemas de la metrópoli. En tal caso, mejor dejar que los abuelos gobiernen, aquel matrimonio de Estado central e inmobiliaria, y que el padre (gobierno metropolitano) siga ausente o con una presencia mermada, consintiendo el sometimiento de la ciudad.

Pero, ¿debemos conformarnos con esto y seguir siendo espectadores de un crecimiento depredador del entorno natural y los suelos agrícolas, de la ocupación de áreas de riesgo, de la exacerbación de las injusticias, de la segregación socioespacial, de la contaminación ambiental y, en definitiva, de la disminución de la calidad de vida de la mayor parte de la población actual y futura de la capital chilena? Pues la respuesta es no, no estamos condenados a ello, aunque el quiebre de esta tendencia sí requiere de un esfuerzo consciente y mancomunado de la sociedad toda.

En efecto, cambiar la gobernanza de la metrópoli requiere de una determinación mayor a la de una modificación institucional o el cambio de un modelo económico (lo que no es poco decir...); necesita de un cambio cultural profundo, que lleve de una sociedad patriarcal a una matriarcal o “matríztica”, utilizando la conceptualización de Maturana. Realizar este cambio cultural significa, siguiendo a este autor, avanzar hacia una cultura de “participación, inclusión, colaboración, comprensión, acuerdo, respeto y coinspiración” (*Id.*, p. 33), es decir, se trataría de pasar de una gobernanza lineal, básicamente estructurada desde arriba hacia abajo, hacia una gobernanza sistémica o en red, ampliamente participativa, con interrelaciones en múltiples direcciones entre actores diversos, a quienes se incluye, comprende y respeta, con quienes se colabora, se empatiza y se busca acuerdo, explorando caminos creativos o innovadores hacia objetivos compartidos.

¿Cómo se logra este tipo de gobernanza? En primer lugar, es necesario que se tome conciencia de la importancia de generar un cambio en la forma en que se adoptan las decisiones en la ciudad, en la medida en que éstas afectan la vida cotidiana de todos sus habitantes, tanto actuales como futuros. En tal sentido, es importante considerar

las propiedades emergentes de los sistemas territoriales, es decir, aquellas características que los distinguen como sistemas complejos únicos y diferenciados, lo que también incidirá en su gobernanza. Un ejemplo de esto son los riesgos siconaturales que caracterizan al AMS, los cuales se han incrementado de forma irresponsable, mediante decisiones de los actores estratégicos respecto de planos reguladores y proyectos inmobiliarios, favoreciendo el crecimiento de la ciudad sobre áreas de riesgo, según se describió, y, por ende, ignorando las particularidades del entorno físico-natural de la ciudad. Así, en el contexto mencionado, un rol fundamental lo tienen las universidades, instituciones que realizan estudios de riesgos siconaturales y tienen autoridad intelectual e independencia para difundir los resultados de los mismos, no solo en instancias especializadas, sino también y de manera prioritaria hacia la ciudadanía, las instituciones gubernamentales en todos los niveles y, por cierto, hacia los actores privados que construyen ciudad (inmobiliarias).

En segundo término, es necesario conformar una instancia para establecer las políticas de la ciudad, así como para planificar y coordinar el desarrollo metropolitano, para lo cual proponemos la constitución de un Comité Metropolitano. Este Comité debe tener carácter autónomo y estar compuesto por miembros de organizaciones ciudadanas y universidades, las que propondrán a sus representantes, así como por profesionales independientes acreditados en temáticas urbanas, quienes podrán postularse directamente. El comité así conformado deberá coordinarse con las instancias gubernamentales (de todos los niveles) cuya acción incide en el territorio metropolitano. Esta entidad deberá formular las políticas concernientes a su territorio, liderar los procesos de planificación en el nivel metropolitano y autorizar el desarrollo de los grandes proyectos inmobiliarios, en concordancia con dicha planificación y los resultados de las evaluaciones ambientales que se debe exigir a los mismos. Todas estas tareas han de ser acompañadas por procesos participativos, que incluyan el diálogo, la concertación de intereses y otras formas de interacción horizontal para la toma de decisiones.

En tercer lugar, es fundamental que surjan y se consideren distintos organismos consultivos y deliberantes para interactuar con la ins-

tancia anterior, los cuales pueden reunir a organizaciones no gubernamentales, colegios profesionales, asociaciones de funcionarios públicos, organizaciones ciudadanas, asociaciones inmobiliarias, etc., con la finalidad de ampliar y enriquecer puntos de vista a la hora de tomar decisiones y buscar su legitimización. Esto va de la mano con el fortalecimiento de una participación ciudadana informada en las instancias de planificación territorial correspondientes, en las que se deberá privilegiar la concertación de intereses y el empoderamiento ciudadano de las iniciativas, para que exista control social sobre éstas. Ello implica también fortalecer la identidad territorial mediante programas específicos.

Finalmente, en términos de gestión pública local, se deberá incentivar la colaboración por sobre la competencia, a través de alianzas estratégicas entre municipalidades y en torno a objetivos comunes, como por ejemplo respecto de la reducción de riesgos de desastre, la preservación de los servicios ambientales del entorno natural o el desarrollo de la vialidad y los servicios sanitarios, en coordinación con las instituciones públicas y los actores privados que corresponda, así como con el Comité Metropolitano mencionado. Si bien existen algunas experiencias de alianzas estratégicas entre municipios en Santiago, amparadas en la Ley 18.695 sobre municipalidades, tales prácticas constituyen casos aislados entre las comunas más ricas de la capital, faltando incentivos para que se constituyan alianzas entre municipios más pobres. Al respecto, se podría seguir el modelo francés, según consideraciones de la OECD (2013) para las áreas metropolitanas chilenas, lo cual consistiría en la asignación de recursos públicos adicionales a las municipalidades que quisieran colaborar entre sí. Por supuesto, en Santiago, dicho estímulo se debiera diseñar para los municipios más pobres, considerando que los ricos no requieren de tales incentivos para colaborar.

En la medida en que las sugerencias expuestas se concreten, se debiera fortalecer la matriz de relaciones al interior de la ciudad, la cohesión social, el respeto mutuo y la coherencia de las decisiones en torno a una visión común de ciudad. De este modo, acabaría el sometimiento de una mayoría ciudadana a una minoría con poder, expirando el dominio de los ideales patriarcales de crecimiento, expansión territorial

y competencia por sobre los de justicia social, accesibilidad territorial y colaboración. En tal sentido, la vieja discusión y el rescate de la idea de un gobierno metropolitano solo podría ayudar a la gobernanza aquí propuesta, en la medida en que dicho gobierno se constituyera en una institución moderna descentralizada (más allá de la delegación de determinadas competencias), diseñada para tomar decisiones concertadas, facilitar los procesos de coordinación entre las distintas instituciones estatales y demás actores sociales, propiciar la transparencia y el control social de los procesos, la gestión de la información y el conocimiento, y la educación ciudadana.

### **Reflexión final**

El enfoque sistémico para abordar cuestiones territoriales no es nuevo. Sin embargo, normalmente dicha perspectiva queda más bien en la esfera académica, sin traspasar de manera efectiva al ámbito de las decisiones públicas y privadas. En la planificación territorial tal enfoque se ha reducido a la “superposición” de capas de información geográficamente referenciadas, sin que exista un análisis mayor de las interrelaciones entre los elementos superpuestos, ni de sus dinámicas actuales y futuras. Incluso, cuando dichos análisis puedan estar bien realizados, ellos no son correctamente interpretados o simplemente no son tomados en cuenta para la toma de decisiones. Ello, junto con una planificación urbana diseñada más para sostener el negocio inmobiliario que para velar por el bien común, explica —al menos en parte— la poca efectividad de los instrumentos de planificación territorial en el control del crecimiento en expansión de la ciudad y en la reducción de los riesgos siconaturales, cuyo abordaje también normalmente solo es parcial y muy acotado en el tiempo y en el espacio, distando claramente de una visión sistémica.

Por otra parte, la gobernanza de los territorios metropolitanos se asume como un desafío de la institucionalidad formal, como si el arreglo de ésta fuese suficiente para moldear relaciones de poder arraigadas en la cultura, en la economía y en otros ámbitos de la esfera social. A

partir del título de este ensayo hemos querido llamar la atención precisamente sobre estos aspectos culturales muchas veces soslayados, tanto en el análisis de la gobernanza de un territorio como en las intervenciones sobre la misma, con lo cual los esfuerzos para modificar tendencias en este ámbito suelen resultar infructuosos.

Entonces, este ensayo es un llamado a cambiar el enfoque de la gobernanza metropolitana, de tal manera de comprenderla y abordarla en su complejidad, renunciando a recetas mágicas de aplicación universal, de carácter jerárquico-lineal, para reemplazarlas por la búsqueda de propiedades emergentes que definan al sistema territorial en cuestión y deriven en formas de gobernanza originales, inclusivas y tejidas en red.

## Bibliografía

Doña, C. y Moya, C. *Migración, ciudad y desigualdad en el Gran Santiago*. Centre for Social Conflict and Cohesion Studies e Instituto de Investigación en Ciencias Sociales Universidad Diego Portales, octubre 2017. [Consultada 29 de mayo de 2018]. Recuperada de: <https://www.coes.cl/opinion-migracion-ciudad-y-desigualdad-en-el-gran-santiago/>.

Galetovic, A. (2006). Una nota sobre cuánto mide Santiago, en Santiago: *¿Dónde estamos y hacia dónde vamos?*, Apéndice A (pp. 523-535). Santiago de Chile: Centro de Estudios Públicos.

Harkness, A. (2018). Gobernanza en red e instituciones intermedias, en *Construyendo Gobernanza Metropolitana: El caso de Chile* (pp. 266-269). BID.

Heinrichs, D., Nuissl, H. y Rodríguez Seeger, C. (2009). Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (metropolitana) en América latina: el caso de Santiago de Chile. *EURE*, 35(104), 29-46.

Hidalgo Dattwyler, R. (2007). ¿Se acabó el suelo en la gran ciudad? Las nuevas periferias metropolitanas de la vivienda social en Santiago de Chile. *EURE*, 33(98), 57-75.



Instituto Nacional de Estadísticas, INE, (Chile). *Datos censales 1952, 1960, 1970, 1982, 2002 y 2017*. [Consultada 7 de mayo de 2018]. Disponible en: [www.ine.cl](http://www.ine.cl).

Maturana, H. (2003). *Amor y Juego. Fundamentos olvidados de lo humano, desde el patriarcado a la democracia*, 6ª edición. Santiago de Chile: LOM Ediciones.

Ministerio del Interior y Seguridad Pública (Chile). (2018). Ley 21.073, *Regula la Elección de Gobernadores Regionales y realiza adecuaciones a diversos cuerpos legales*. Valparaíso: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Ministerio del Interior y Seguridad Pública (Chile). (2018). *Ley 21.074, Fortalecimiento de la Regionalización del país*. Valparaíso: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU (Chile); Instituto Nacional de Estadísticas, INE (Chile); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. (2018). *Metodología para medir el crecimiento urbano de las ciudades de Chile*. Santiago de Chile: Colección Monografía y Ensayos, Serie IX Ciudad y Territorio.

Miranda, C. (1997). Expansión urbana intercensal del Gran Santiago, 1875-1992. *Estadística y Economía*, 15, 77-104.

OECD. (2013). *OECD Urban Policy Reviews, Chile 2013*. OECD.

Petermann, A. (2006). ¿Quién extendió a Santiago? Una breve historia del límite urbano, 1953-1994”, en Santiago: *¿Dónde estamos y hacia dónde vamos?*, Capítulo 8 (pp. 205-230). Santiago de Chile: Centro de Estudios Públicos.

Rodríguez Arranz, A. (2009). La Destrucción de la ciudad: castigo y mercado (1973- 1990), en A. Rodríguez y P. Rodríguez (eds.), *Santiago, una ciudad neoliberal* Cap. 2 (pp. 71-142). Quito: Organización Latinoamericana y del Caribe de Centros Histórico.

Rodríguez Seeger, C. y Ducci, M. E. (2006). La Descentralización en Chile: El peso de las tradiciones centralistas y autoritarias, en D. Restrepo, *Historias de Descentralización: Transformación del régimen político y cambio en el modelo de desarrollo* (pp. 571-614). Bogotá; Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Facultad de Ciencias Económicas, Centro de Investigación para el Desarrollo.

Rodríguez Seeger, C. (2014). Planificación Territorial en Chile: ¿Utopía de un modelo?, en *Memorias del VIII Simposio Nacional de Desarrollo Urbano y Planificación Territorial*, Capítulo 3 (pp. 182-198). Cuenca, Ecuador.

Rodríguez Seeger, C. (2016). Territorio y conceptos afines, en *Territorio y Sociedad*, material docente de circulación restringida. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Rugiero de Souza, V. (2017). *El Estado y otros actores sociales en la reducción de riesgo de desastres, el caso del piedemonte de Santiago, Chile*. Santiago de Chile: Tesis para optar al grado de Doctor en Arquitectura y Estudios Urbanos. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Rugiero Pérez, A. (1998). Experiencia chilena en vivienda social. 1980-1995. *Revista INVU*, 13(35), 3-87.

## La formación ética de las profesiones

Pablo Ramírez Rivas<sup>1</sup>

Anastasia Ganderats Isbej<sup>2</sup>

Natalia Galleguillos Nieva<sup>3</sup>

“Menón: – Me puedes decir, Sócrates: ¿es enseñable la virtud?, ¿o no es enseñable, sino que sólo se alcanza con la práctica?, ¿o ni se alcanza con la práctica ni puede aprenderse, sino que se da en los hombres naturalmente o de algún otro modo?” (*Menón 70a*).

¿Se puede enseñar la virtud? ¿Se puede enseñar a las personas a ser buenas? ¿Se puede enseñar ética? ¿En qué consistiría esa enseñanza y ese aprendizaje? ¿Qué condiciones y restricciones tienen ellas (en el caso de tenerlas)? Estas —y otras— cuestiones dan cuenta de lo que en parte mantuvo en vilo a Platón (y a Sócrates) en varios de sus diálogos. Dichas inquietudes han atravesado los siglos y siguen estando vigentes, pues parece que no terminamos nunca de precisar, de determinar y definir, o bien de acordar. Y esta es, en nuestra opinión, una característica de la “cosa misma”, no una “falla” cognitiva (o de algún otro tipo) nuestra. La formación de las personas, de las nuevas generaciones, es una tarea humana que forma parte esencial de lo que es, significa e

---

<sup>1</sup> Profesor de ETHICS de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Doctor en Filosofía. Correo-e: [pabramirez@uchile.cl](mailto:pabramirez@uchile.cl).

<sup>2</sup> Tesista para optar al grado de Socióloga, Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile. Profesora auxiliar de Ética, Sociedad y Conocimiento en la misma Universidad. Correo-e: [aganderats.2@gmail.com](mailto:aganderats.2@gmail.com).

<sup>3</sup> Tesista para optar al grado de Socióloga, Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile. Profesora auxiliar de Filosofía en la misma Universidad. Correo-e: [nataliagalleguillosn@gmail.com](mailto:nataliagalleguillosn@gmail.com).

implica ser un ser humano. Más aún en lo que respecta a lo que antaño comúnmente llamábamos “virtud” pero que bien hoy podríamos llamar “habilidad”, “competencia”, “capacidad”. También hoy estos asuntos resurgen como motivo de preocupación, ocupación y debate. Si bien la ética ha sido parte de la reflexión desde los inicios de Occidente, no siempre se la ha considerado una rama importante de la Filosofía. Y ello porque es “sólo una rama” de ese saber. A este propósito, la conocida filósofa valenciana, Adela Cortina, con motivo de un reconocimiento por parte de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas de España, ha dicho para esa ocasión que hoy la ética y la filosofía política pasaron “de ser las hermanas pobres de la filosofía” a ser su núcleo (Morales, 2019). Pero no es sólo en el ámbito de la filosofía donde está esta inquietud. También por parte de la sociedad existe la demanda y preocupación en los más diversos ámbitos: cuidado del medio ambiente y ecosistemas, derechos fundamentales, sustentabilidad, responsabilidad en los negocios y en las distintas dimensiones del trabajo y las profesiones, exigencias de reconocimiento de la singularidad y diversidad de las personas y grupos sociales, y un largo etcétera. Otro tanto en lo que respecta a otras dimensiones de la vida social (tanto en el espacio de lo privado como en lo público), más allá de la dimensión profesional y del mundo del trabajo. Por esto, hoy la ética constituye un ámbito propiciador de la reflexión transdisciplinaria y requiere, por la naturaleza misma de su “objeto” y por los desafíos a los que se enfrenta, de la concurrencia de todos los saberes.

Por motivos de extensión, no es posible exponer aquí las diversas respuestas y reacciones ante la situación planteada. Pero sí expondremos de manera esquemática los que, en nuestra opinión, son los principales tópicos de una formación ética en el ámbito profesional, en particular en lo que respecta a las ingenierías y las ciencias. También mostraremos distintos modelos de formación ética que, de una manera u otra, encarnan de distintas (y parciales) maneras lo que desarrollaremos en la primera parte del ensayo.

Ante todo, debemos partir explicitando un supuesto: tiene sentido formar éticamente a las futuras generaciones de profesionales; es

decir, es posible enseñar ética. La ética no se reduce a una serie de mandatos definidos por alguien que sabe y que guían el actuar —los afectos, el carácter, las preferencias, los valores, convicciones, etc.— de los que no saben. Tampoco se reduce a una serie de recomendaciones —confeccionadas deductiva o inductivamente— más o menos generales sobre la convivencia o las dificultades que enfrentamos en ella, aunque una serie de recomendaciones puede ser el fruto de la reflexión ética de una comunidad. Ni mucho menos se debe confundir a la ética con el ámbito de las leyes positivas y de la legalidad. Por supuesto que la ética dice alguna relación con estos aspectos nombrados, pero no se circunscribe exclusivamente a ninguno de ellos. Concebimos más bien la ética como una reflexión permanente, que tiene como fin la acción, la decisión ante situaciones complejas, en las cuales no es fácil ni evidente saber qué es lo mejor. Esta reflexión considera no sólo la complejidad que pueda haber en las diversas situaciones a las que nos enfrentamos, sino que también ella misma complejiza aquellas situaciones que, a veces por costumbre, procesos de naturalización o irreflexividad no consideramos lo suficiente. Además, esta especulación considera una serie de principios y valores que las personas consideran como adecuados, buenos, convenientes.

En el sentido expuesto, la formación ética consistiría en proporcionar, en las diversas instancias formativas, una serie de elementos y situaciones con las cuales las personas desarrollen esa capacidad de reflexionar según principios morales y, desde ahí puedan, libremente (considerando las limitantes y condicionamientos que pueda tener un acto libre), decidir vías de acción, de posicionamiento, de preferencia y elección. Es preciso decir que, si bien estas instancias formativas no garantizan que las personas, en el presente y en el futuro, tomen siempre buenas decisiones, son necesarias y constituyen un desafío hoy para las universidades e instituciones que se comprometen con la sociedad en la formación de futuros profesionales.

A continuación, expondremos y discutiremos algunos de esos elementos. No hay pretensión de exhaustividad, pero sí de propuesta para la elaboración de un plan y modelo de formación en ética profesio-

nal. Varios de ellos surgen de la experiencia en la realización de cursos de ética profesional, así como de la literatura pertinente y del estudio de los modelos de formación de siete universidades de diversas partes del mundo.

## **La identidad profesional**

En un nivel individual, un primer elemento a considerar, en la reflexión radical que es la ética, es el relativo a la identidad: ¿qué y/o quién soy? Saber de sí mismo —*saberse*—, implica una tarea de toda la vida, no cesa nunca y siempre es necesario estar en ella. Así como conocerse es fundamental para realizar acciones éticamente buenas, reflexivas, responsables y libres, saber de sí mismo, en referencia a la profesión que ejerceremos por gran parte de nuestra vida, constituye también un saber esencial. Algunos de los principales aspectos de este saber de sí, en tanto que profesional, son la historia de la profesión, los cambios a los que ella ha estado sujeta, su relación con la sociedad, la discusión y determinación del bien que ofrece (su meta interna o fin/télos, en el decir de Cortina, 2009, y Mac Intyre, 1984), así como los medios de los que dispone, su actual constitución formal, sus principales exponentes y el testimonio vivo de las personas que ejercen la profesión y la transmiten a las nuevas generaciones.

## **Principios y valores rectores**

En la actual configuración del mundo y de las sociedades, la diversidad de formas de ser, las innumerables posibilidades que abren las nuevas tecnologías y una constante aceleración de la vida (y un sinfín de otros cambios a escala global), las estructuras mentales y sociales —así también las categorías correspondientes— que aparentemente sostuvieron el sentido del habitar humano, de su estar en el mundo, han estado sujetas a constantes cambios, mutaciones, transformaciones y adaptaciones, que producen la sensación que “todo es líquido” (Bauman, 2004), que todo deviene veloz e incontrolablemente debido a la

aceleración de los tiempos (Koselleck, 2003) y a la complejidad misma que asoma en todos los ámbitos a los que podemos acceder comprensivamente. Eso impacta directamente en la dimensión de las creencias y convicciones más básicas de las personas y las sociedades, así también en los valores y la afección a ellos. Esto puede ser considerado de manera “negativa”, como crisis destructora de una estabilidad dada (o supuesta); para Mac Intyre, por ejemplo, constituye un desorden moral que es necesario enfrentar. Pero también puede comprenderse de forma “positiva”, como posibilitación de la diversidad de formas de vida, de ser y de co-estar, dando lugar a sociedades “abiertas”, democráticas y plurales. Lo que vale para la vida social en general aplica también para ese singular ámbito que otrora se llamó “mundo del trabajo”; los valores que lo atraviesan hoy se han ido modificando velozmente a lo largo del último siglo, así también la realidad misma del espacio público en el que tiene lugar. Por ello, la tarea de definir los valores y principios rectores de la actividad profesional tiene una especial dificultad. Para abordar este aspecto, consideramos que la formación ética debiera co-construir, con las nuevas generaciones en formación, aquello que hoy se presenta como desafío y, en algunos casos, se impone imperiosamente, por ejemplo, lo relacionado con el calentamiento global, el cambio climático y lo que ello implica en el cuidado del planeta y de la vida. Decimos “co-construir” pues la formación implica un traspaso de ciertos saberes, de un saber hacer y proceder, y de cierto sistema de valores, de una cierta tradición; a la vez, también requiere que las nuevas generaciones se apropien de esos saberes de forma crítica, creativa y adecuada a los nuevos desafíos. Esa apropiación es esencial para una efectiva formación ética; implica adhesión, afección y construcción de una convicción, y ello no se logra sólo transmitiendo un saber y el sistema de valores asociados, sino que requiere de la activa aceptación (y apropiación) por parte de las nuevas generaciones. Para desarrollar este aspecto, en un plan formativo, se requiere una constante discusión crítica respecto del propio quehacer profesional, someterlo a marcos más amplios que la sola profesión (como son la sociedad y las leyes, los desafíos globales a los que nos vemos enfrentados, entre otros). También los colegios profesionales son fuente de estos insumos desde los códigos de ética (que debieran ser revisados y actualizados periódicamente), así como desde

el intercambio entre los profesionales ejerciendo y los centros de formación (universitarios, técnicos, etc.). Los consensos globales, por su parte, son fuentes axiológicas y deontológicas, tales como códigos de ética y conducta, o la “Declaración de Singapur” o la “Declaración sobre la Integridad científica en investigación e innovación responsable” (y otros documentos concernientes a la investigación, a los estándares de seguridad e integridad en el ámbito legal, nacional e internacional, los derechos humanos, etc.).

Hacer confluir todos estos aspectos y los que de ellos se derivan, constituye, por sí solo, una tarea compleja. Como guía rectora de este apartado, consideramos que los estándares surgidos desde la tradición principialista de la bioética, en conjunto con los principios de responsabilidad (Jonas) y de la precautoriedad, y las recién mencionadas “Declaración de Singapur” y la de “Integridad científica e innovación responsable”, proporcionan un marco adecuado para orientar la tarea de fundamentar, acordar y operativizar los valores y principios que hoy constituyen los faros para las profesiones, en particular —aunque no exclusivamente— de las tecnociencias.

## **Desarrollo de la capacidad de discernimiento**

La ética (también la profesional) dice relación con la vida, con cómo enfrentamos las diversas y variopintas situaciones en las que necesitamos (y/o debemos) tomar decisiones, posicionarnos, opinar y actuar. Se trata de un modo de ser de la persona que se muestra en la conducta que otros también pueden presenciar (y criticar, evaluar, admirar, etc.). Las teorías éticas, por su parte, son el conjunto de ideas y razonamientos que distintos autores han desarrollado para defender y explicar los fundamentos y criterios que podemos esgrimir cuando actuamos. Ellas operan como guías que la tradición nos ha heredado y que continuamente revisitamos y reinterpretamos. Pero no debe perderse de vista que la ética no consiste sólo en esas teorías, sino que es un saber práctico que orienta la acción real, concreta, situada y libre. El discernimiento ético es precisamente ese ejercicio que, considerando nuestros criterios



y reflexionando críticamente sobre la realidad que nos toca enfrentar, nos orienta en las decisiones. Y esto no sólo entre las opciones dicotómicas y extremas, sino también respecto de aquellas situaciones en la vida (personal y profesional) en que ignoramos qué vía de acción tomar, qué pensar o cómo evaluar y/o juzgar una situación dada. Discernimos éticamente para tomar decisiones, no para especular sobre la realidad. Para un discernimiento ético adecuado, debemos desarrollar las habilidades de comprensión crítica de la realidad, de una evaluación integral de los impactos de nuestras acciones de manera autónoma y libre, no perdiendo nunca de vista la incertidumbre de los escenarios en los que estamos y nos movemos, y que afecta también nuestras decisiones. Así, conocer y analizar críticamente casos similares a los que enfrentamos puede ser de ayuda en las decisiones, pero no es suficiente. De ahí la importancia de la práctica y la reflexión, sobre todo en el proceso de formación profesional (o de futuras generaciones de profesionales).

### **Marcos normativos y vida colegiada**

Toda formación ética ocurre en una esencial dinámica relacional y colectiva. Dicha formación trata de la expresión de la singularidad de cada persona, pero requiere también de una expresión colectiva, que haga operativas las dimensiones de la identidad profesional junto a los principios y valores, así como también la de la capacidad de discernimiento. Esta “operatividad” está dada por marcos institucionales y normativos, que son la expresión de una identidad también colectiva. En el ámbito profesional, ello está dado por los colegios y/o asociaciones profesionales que, entre otros asuntos, elaboran códigos éticos y normativos. Estos son “mecanismos éticos concretos” (Bilbao, Fuertes y Guibert, 2006, pp. 281ss), que permiten expresar la propia identidad (profesional y/o institucional), así como explicitar lo que entienden como una “actividad profesional moralmente irreproachable” (*ibid.*). Es así, pues, que conocer los códigos de ética, así como discutirlos, aplicarlos en estudios de caso o en situaciones reales, contribuye al desarrollo tanto de una sensibilidad ética como de un juicio ético fundado. Es importante aclarar que no es suficiente saber que existen o sólo saber el contenido de los có-

digos. Lo que se requiere es apropiárselos personalmente. Y ello ocurre cuando se los aplica y se valora positivamente su existencia y utilidad. A la par de lo anterior, también contribuye a los mismos fines motivar a los estudiantes para participar activamente de la vida colegiada. Con ello se promueve también el ejercicio de una ciudadanía responsable y crítica respecto de la propia profesión y de la función social que se tiene como profesional.

### **Elementos ambientales de la formación profesional**

No debemos pensar que los espacios formales de la formación (clases, laboratorios, etc.) son los únicos que debemos considerar en la formación profesional. Toda la vida en un campus universitario o en una institución dedicada a dicha tarea es formativa. Es decir, los procedimientos, las maneras de ser y hacer, de enfrentar conflictos, de relacionarse (estudiantes, cuerpo académico, personal de apoyo), etc., imprimen también un sello en el carácter de las futuras generaciones de profesionales. Por ello, es deseable contar con unidades institucionales que velen colegiadamente por la convivencia en el campus o institución. También, el establecimiento de reglamentos y transparencia en su aplicación contribuyen en la formación de las nuevas generaciones. Lo mismo vale para fomentar formalmente la participación estudiantil en instancias decisorias, como consejos de Facultad, de Escuela, de Departamento, etc. Se requiere que las personas a cargo de la formación profesional sean institucionalmente también un ejemplo vivo de buenas prácticas, de responsabilidad, justicia y prudencia. Para que todo esto ocurra, se precisa de una firme y clara voluntad institucional que promueva, mantenga y destine recursos para estas iniciativas.

### **Aprendiendo de otras experiencias: algunos modelos de formación ética de las profesiones**

Un *modelo de formación* es lo que orienta la práctica docente y los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Un modelo debe ser

consistente con los principios y valores que una institución declara tener o perseguir; es decir, debe reflejar las líneas de pensamiento y los valores que se desea promover en el centro de estudios en cuestión. Una de sus funciones es transformar el quehacer del aula en objeto de estudio, convertirlo en un espacio de análisis y discusión de las prácticas. Los intereses del centro de formación se reflejan en los modelos de formación: hacia dónde quieren guiar la educación y con qué objetivos. En el fondo, se puede ver qué se espera de los estudiantes, de los docentes, de la relación entre ambos, y de ambos con el centro de estudios y el resto de la sociedad.

### **Modelos de formación ética en algunas universidades del mundo**

Ante los enormes cambios producidos en el mundo, respecto del desarrollo científico tecnológico, su impacto y sus implicaciones, se vuelve necesario conocer cómo la comunidad educativa atiende al requerimiento metodológico y epistemológico de la ciencia y la tecnología, en el que la ética será una dimensión clave para su desarrollo. Para realizar un acercamiento exploratorio a los modelos de formación ética que hoy existen, se realizó un recorrido por las páginas web oficiales de distintas instituciones de educación superior. Entre ellas se encuentran la Universidad de Harvard, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y Cornell University de EE.UU.; la Universidad Autónoma de México (UNAM) y el Tecnológico de Monterrey (TEC); finalmente, también se revisó la Universidad de Tokio y la Universidad Técnica de Berlín. Se analizaron actividades y cursos que se imparten, así como posibles posturas éticas, es decir, cómo se posicionan frente al mundo y la investigación, y qué suponen que es la formación ética. La revisión fue de facultades, programas y cursos de pregrado que imparten ramos o cursos dedicados a temáticas de reflexión, debate y construcción de principios éticos para la investigación y la profesión.

Estas instituciones evidenciaron —entre sus programas, cursos y discursos— ocuparse de la formación ética para profesionales en distintas áreas, en distintas formas o intensidades, poniendo especial énfasis

sis en carreras tecnológicas o ingenieriles. La indagación arrojó los datos que expondremos brevemente a continuación.

### **Formación ética a partir de categorías por universidad**

A continuación, se hará la descripción de las ocho categorías de análisis extraídas de la revisión mencionada: i) historia de la ética, ii) ética profesional, iii) ética de la investigación, iv) ética aplicada, v) ética de la ciencia, vi) ética ciudadana y personal, vii) ética del medioambiente y, finalmente, viii) ética de las nuevas tecnologías y medios de comunicación. La metodología utilizada para crear estas categorías responde a la identificación de los principales conceptos encontrados en los planes y programas de estudio de las universidades. La información fue extraída mediante una revisión de fuentes disponibles en sus sitios web oficiales, durante el último período del 2018 y primer semestre del 2019. El objetivo fue identificar la visión que las instituciones tienen sobre la ética y la materialización de los modelos en los diferentes actividades docentes y cursos de pregrado que éstas imparten.

i. *La historia de la ética* aparece como curso introductorio y contempla preguntas de origen ético acerca de la vida humana y del mismo planeta, y las relaciones entre vida en el mundo, incluyendo religiosidad. Esta perspectiva histórica fue tomada, específica y únicamente, por la Universidad de Tokio en sus cursos dedicados a la historia del pensamiento ético, tanto para la historia en Japón como para Occidente. En la misma universidad se realizan cursos acerca de ética desde el budismo, que puede ser comparados con algunos de la Universidad de Harvard, que direccionan la atención hacia la historicidad de la moralidad, reflexionando en torno a la moral, la buena vida, la ética antigua e introducciones en el debate filosófico, preguntándose por la relación entre moral y disciplinas profesionales. Además, en el MIT se realizan cursos que abordan tópicos metafísicos y ética, metaética, justicia y filosofía política.

ii. En segundo lugar se encuentra el interés por la ética profesional, enfocada en las acciones, actividades y actitudes que son deseables (y las que no) en el marco de cada profesión. En este sentido, se tematiza la regulación de la relación de los profesionales con su entorno social, y las consecuencias sociales que podrían tener sus decisiones en el ejercicio profesional. Esta categoría debería ser inherente al trabajo de la comunidad educativa, por lo que, de antemano, se esperaba encontrarlo presente en las diferentes universidades. Sin embargo, en la búsqueda no se encontraron actividades específicas de esta categoría, tanto en el MIT como en la Universidad Tecnológica de Berlín. Para el resto de las universidades se encontraron cursos de ética profesional. Por ejemplo, tanto la UNAM como Cornell, Harvard y la Universidad de Tokio tienen cursos de ética profesional para ingenieros. De hecho, en la UNAM y Cornell se encontró casi exclusivamente en esta facultad, no así en Harvard que, además, tiene un curso igual para Psicología. Por otro lado, el TEC tiene el ramo “Ética, persona y sociedad”, presente en todas las facultades y carreras, enfocado en el comportamiento organizacional y el desarrollo del talento humano, con miras al rol ciudadano de la profesión en el contexto de la sociedad. Éste, en los meses en que se realizó el seguimiento a junio del 2019, cambió su modalidad de curso obligatorio a curso optativo y se llama “Ética y ciudadanía”.

iii. En la pregunta por cómo trabajan los investigadores a partir de una metodología y epistemología de la ciencia, y su relación con el quehacer científico interdisciplinar, surge la categoría de la ética de la *investigación*. Bajo estos focos se busca ver el trabajo en aspectos problemáticos, como el desempeño del trabajo práctico y la toma de decisiones ante situaciones dilemáticas. La Universidad de Harvard tiene cursos específicos acerca de ética de la investigación en distintas disciplinas (ética en la investigación médica en Medicina, ética de la investigación social en carreras de Ciencias Sociales, etc.). En el MIT los cursos abordan temáticas de género y sociedad; investigaciones culturales, tecnología y desarrollo; violencia, derechos humanos y justicia. Este centro de formación cuenta, además, con un laboratorio para el razona-

miento moral en el departamento *Brain and Cognitive Sciences*. La UNAM ofrece también cursos introductorios enfocados en la ética de la investigación. En todas estas temáticas es posible ver algún tipo de profundización en distintos aspectos y problemas que se presentan en la ejecución de una investigación, independiente de su área de desarrollo.

iv. La categoría de la ética aplicada estuvo conceptualmente presente en tres universidades. Cabe mencionar que gran parte de las categorías utilizadas se podría derivar a partir de ésta, ya que la ética aplicada consiste en llevar las teorías éticas a la práctica concreta, así como ocurre en cursos de ética profesional, de bioética, etc. Sin embargo, estimamos mejor crearla como categoría aparte, ya que tanto la Universidad de Tokyo como el TEC denominan a estos cursos de esta forma, aparte de los ya mencionados. Un hallazgo interesante es que tanto en Cornell como en el MIT tienen cursos que se enfocan en la ética en relación con alimentación y comida, y los valores que se vislumbran en la elección de alimentos, enfocándose así más a dimensiones de la formación del criterio de las personas en la vida y no sólo en la profesión.

v. La ética de la ciencia, como categoría, expresa lo que para nuestro estudio es la base de la responsabilidad que tiene esta actividad. En el caso de Harvard, por ejemplo, es posible ver cursos enfocados en biopolítica, clínica de la ética y tecnología y su relación con los humanos. La UNAM, por su parte, posee cursos enfocados a la ética de la ciencia, pero sin una descripción específica. La Universidad de Tokio ofrece cursos que abordan la ética biomédica, mientras que la Universidad de Cornell, cursos sobre cuestiones éticas de salud y medicina. La bioética, en tanto parte de la ética aplicada, será entendida (así como la psicología moral) dirigiéndose hacia aspectos más profundos, que enlazan fundamentos de la neurociencia de la moralidad con temáticas más específicos, tal como sucede en los cursos que abordan la ética sobre las leyes de los límites de la electrónica en el MIT.

vi. En cuanto a aspectos de la subjetividad del estudiantado y futuros profesionales, surge la categoría de la *ética ciudadana e individual*, la cual comprende, de forma específica, la complejidad en la toma de decisiones, acciones y responsabilidades que los actores adoptan desde sus propias posiciones. En este sentido, el TEC muestra un proyecto pedagógico que busca promover el desarrollo personal y el apoyo comunitario con una idea de ciudadanía transversal, o cursos que ahondan en la democracia o en algo que llaman el “Servicio Social Ciudadano”, y diversas actividades de voluntariado que realizan distintos grupos estudiantiles. Bajo esta categoría también se hallan cursos enfocados en elecciones racionales o sobre ética de la vida, tanto en Harvard como en el MIT. En el TEC se puede ver también tópicos que caen bajo esta categoría, ya que hacen referencia a la responsabilidad social y a la sustentabilidad corporativa.

vii. La categoría de la ética del *medioambiente* se vuelve relevante, ya que condensa aspectos referidos a la responsabilidad ecológica y el entorno medioambiental, en el contexto de las múltiples crisis de este tipo. Por ejemplo, la Universidad de Cornell ofrece cursos enfocados en ética del medioambiente y del cambio climático. Por su parte, el MIT se enfoca en conflictos y luchas medioambientales, y en las políticas, mercados y decisiones en torno a la energía. Estos cursos y sus enfoques comprenden la globalidad de la ética, que parece transversal a todos los ejes del conocimiento, en el diseño y planificación en la diversidad de territorios (tanto urbanos como rurales). Cursos del MIT, por ejemplo, se refieren a la crisis global medioambiental, tecnologías y a un poco tratado, quizás, pero crítico entramado del agua-energía-comida. Las implicaciones o impactos de los métodos científicos también son objeto de preocupación en esta categoría, lo que deja entrever que este tipo de preocupaciones ocupa una parte importante de los *curricula* académicos.

viii. En último lugar y en un contexto mundial de desarrollo tecnológico cada vez más veloz, la categoría de la *ética de nuevas tec-*

*nologías y medios de comunicación* es especialmente importante. Entre las múltiples preocupaciones de la ética, la dimensión tecnocientífica se vuelve materia de disputa, conflicto y reflexión constante y urgente. Esta categoría nace de la gran cantidad de cursos de pregrado que, con esta temática, se encontró en todas las universidades revisadas. Podemos distinguir dos tipos de curso en esta categoría. En primer lugar, los cursos que se enfocan en los sistemas autónomos inteligentes y los desafíos éticos que ellos conllevan. En Harvard y Cornell, por ejemplo, fue posible observar que se especializan en los desafíos éticos de gobernanza que trae consigo la inteligencia artificial. En el MIT se plantean las encrucijadas éticas en la ciencia y la ingeniería. En la Universidad Técnica de Berlín se abordan desafíos éticos que nacen desde las nuevas tecnologías de medios de transporte autónomos, así como ante las nuevas tecnologías de la comunicación y el uso del internet. En el TEC, en una misma línea, fue posible ver focos acerca de la relación entre los medios de comunicación masivos, la opinión pública y la política. En Cornell, por su parte, se realizan cursos que hacen referencia a los cuestionamientos éticos que hay que tener en cuenta para formular leyes en el contexto de los nuevos medios de comunicación masivos en la era tecnológica. En esta misma línea, la Universidad de Tokyo realiza cursos que se enfocan en la ética de las fronteras electrónicas y del uso del internet.

Después de este recorrido (el cual no pretende ser exhaustivo), podemos ver cómo la formación ética está siendo un motivo de ocupación constante y creciente en los planes de estudio, los cuales se guían por las categorías señaladas. Con esto podemos vislumbrar las principales temáticas y perspectivas de las que se ocupan estos programas y casas de estudio. Si bien esta primera aproximación requeriría de una mayor profundización, podemos entrever la importancia de un modelo de formación (y de formación ética en particular) claro y decidido, considerando los puntos expuestos en la primera parte de este ensayo, y proyectando las formas de implementación necesarias, tales como la reformulación de mallas curriculares, capacitación de los profesores que



realizan docencia, revisión y adecuación de estructuras de organizaciones e institucionales, entre otras.

### Palabras finales

Un *modelo de formación ética* es lo que orienta y conforma la identidad de una institución, en particular la práctica docente y los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Tiene como finalidad formar en la capacidad (y en el deber) de justificar el propio actuar, las decisiones que se toman en la vida (estudiantil, profesional, ciudadana, etc.), en el marco de aquellos mínimos morales que hoy soy aceptados y exigidos en el ámbito universitario, comunitario y social. La capacidad de *responder* adecuadamente a las demandas y desafíos que hoy se plantean constituye eso que podemos llamar *responsabilidad*. Ella exige que la justificación del propio actuar deba ser razonable, racional y con vocación de universalidad, de manera tal que dé sentido al actuar individual y colectivo. El ejemplo que podemos sacar de distintas casas de estudio no exime de la tarea de revisar y construir un esquema propio, adecuado a la propia realidad.

Uno de los supuestos de plantear un modelo de formación ética es el que ya fue expresado por Aristóteles en su *Ética a Nicómaco*: “Si existe, pues, algún fin para nuestros actos que queramos por él mismo y los demás por él, y no elegimos todo por otra cosa [...], es evidente que ese fin será lo bueno y lo mejor. Y así, ¿no tendrá su conocimiento gran influencia sobre nuestra vida, y, como arqueros que tienen un blanco, no alcanzaremos mejor el nuestro”? (1094a). Suponemos —y así esperamos— que el conocimiento impacta en la acción, en la conducta. Sin embargo, hoy tenemos muchos buenos motivos para no estar seguros de dicha aseveración. Por ello mismo, se vuelve menester volver a reflexionar sobre aquello que consideramos nuestros fines, nuestras metas, nuestra naturaleza, nuestros quehaceres, nuestras acciones. Estas últimas están marcadas por la tecnociencia, por lo que, en un contexto de formación de nuevos profesionales de las tecnociencias, hay mayores y más poderosas razones para volver a plantear las preguntas

fundamentales en su simplicidad, tal como lo decía Humberto Giannini (1992): “Una moral profesional, en su planteamiento más básico, debe partir, a mi entender, por la pregunta clave de la ética: qué es el bien y qué es lo bueno en el campo específico en que se desarrolla nuestra actividad de cara al prójimo; qué es, entonces, ser un buen médico, un buen abogado”. Esa es, en nuestra opinión, la tarea que hoy convoca a los que participamos de un modo u otro en la tarea formativa de las futuras generaciones. Esa es la responsabilidad, nuestra responsabilidad. Porque lo que a todos afecta (hoy y en el futuro), por todos debe ser decidido y, por tanto, por todos debe ser asumido.

## Bibliografía

Aristóteles (1994). *Ética a Nicómaco*. Madrid: Centro de Estudios Constitucionales.

Bauman, Z. (2004). *Modernidad líquida*. Argentina: F.C.E.

Bilbao, G., Fuertes, J., Guibert, J. M. (2006). *Ética para ingenieros*. Bilbao: Desclee de Brouwer.

Cortina, A. (2009). *Ciudadanos del mundo. Hacia una teoría de la ciudadanía*. Madrid: Alianza Editorial.

Giannini, H. (1992). *La profesión de la ética y la ética de las profesiones*. Documento de trabajo. Santiago de Chile: Universidad de Chile- Corporación de promoción universitaria.

Jonas, H. (2015). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Barcelona: Herder.

Koselleck, R. (2003). *Aceleración, prognosis y secularización*. Valencia: Ed. Pre-Textos.

MacIntyre, A. (1984). *Tras la virtud*. Barcelona: Ed. Crítica.

Morales, M. (12 de marzo 2019). Adela Cortina: La filosofía tiene que mancharse las manos. *El País*. Recuperado el 13 de marzo de 2019 de [https://elpais.com/cultura/2019/03/12/actualidad/1552386096\\_833643.html?fbclid=IwAR3ewbTxDinD7svdS2YBPhOZvQ5CXFBaHWGBqiaAsnmoBs0YcvTvIOGkrFo](https://elpais.com/cultura/2019/03/12/actualidad/1552386096_833643.html?fbclid=IwAR3ewbTxDinD7svdS2YBPhOZvQ5CXFBaHWGBqiaAsnmoBs0YcvTvIOGkrFo).

### Portales web institucionales

Massachusetts Institute of Technology. (s.f). Estados Unidos. Página web oficial. Recuperada de <http://www.mit.edu>.

The University of Tokyo. (s.f). Japón. Página web oficial. Recuperada de <https://www.u-tokyo.ac.jp/en/>.

Harvard University. (s.f). Estados Unidos. Página web oficial. Recuperada de <https://www.harvard.edu>.

Universidad Autónoma de México. (s.f). México. Página web oficial. Recuperada de <https://www.unam.mx>.

Cornell University. (s.f). Estados Unidos. Página web oficial. Recuperada de <https://www.cornell.edu>.

Tecnológico de Monterrey. (s.f). México. Página web oficial. Recuperada de <https://tec.mx/es>.

Technische Universität Berlin. (s.f). Alemania. Página web oficial. Recuperada de <https://www.tu-berlin.de/menue/home/>.



## **Breve mirada a la formación humanista de MIT. Entrevista al profesor Agustín Rayo**

Benjamín Armijo Galdames<sup>1</sup>

¿Qué es lo primero se nos viene a la mente cuando escuchamos la palabra “ingeniería”? Probablemente pensemos en intrincadas ecuaciones matemáticas, grandes obras de construcción civil, procesos industriales, fenómenos físicos o conocimientos técnicos.

Bajo este contexto, hablar sobre la formación humanista del ingeniero puede resultar contradictorio. ¿Por qué el estudiante de ingeniería debe tener cursos humanistas, si su formación requiere conocimientos técnicos? Hace 50 años la respuesta no era tan obvia, pero hoy comprendemos que la formación humanista, entendida ésta en un sentido amplio de “lo humano”, es vital para el desarrollo profesional de los ingenieros que aspiren a desenvolverse adecuadamente en una sociedad cada vez más dinámica y compleja.

A partir de este punto, consideraremos como “formación integral” todas aquellas asignaturas que buscan complementar la formación técnica de ingeniería. Por lo general, este tipo de formación abarca los cursos humanistas y de ciencias sociales, los artísticos, los deportivos y los idiomas, así como los cursos de otras disciplinas de las “ciencias exactas”, necesarias para complementar la formación de un ingeniero, como por ejemplo la biología o la ecología, entre otras.

---

<sup>1</sup> Estudiante del Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales, y ayudante de ETHICS, de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Correo-e: *benjamin.armijo@ug.uchile.cl*

A menudo se piensa que el único objetivo de la formación humanista es “entregar conocimientos de cultura general” a los estudiantes. Lo anterior es un error común porque, tal como lo indica Juan Enrique Coeymans<sup>2</sup>:

Las ciencias de la ingeniería son también cultura. Lo que se enseña en una facultad de ingeniería es tan cultura como la historia de los fenicios o griegos. Parodiando a Ortega y Gasset, un estudiante de Derecho es tan inculto porque ignora los principios de la termodinámica, como un historiador es un bárbaro cultural si desconoce lo que se está haciendo en ingeniería genética o hacia donde se está extendiendo la computación.

Creo que los ingenieros tienen cierta cultura, por cierto, de tipo científico y tecnológico. Lo que se requiere suministrar es un suplemento para que la cultura sea más completa e integral.

No se trata de agregar cultura a un inculto, sino de darle una integralidad a la cultura del estudiante de ingeniería.

Entender el último punto es fundamental. Por cierto, la cultura puede ser entendida como una consecuencia de la formación, pero no su objetivo<sup>3</sup>. En efecto, la formación humanista, en un sentido amplio, busca introducir al estudiante en un contexto mayor al de su propia disciplina, exhibir otras áreas del saber y permitirle así tener una visión más holística de su quehacer, en la que problemas locales pueden ser parte de problemas globales, caracterizados por ciertas dimensiones éticas, políticas, históricas, sociales, ambientales, económicas, etc. Podremos notar que el análisis crítico y sistémico de estas dimensiones no podría efectuarse si nos mantenemos solamente en un ambiente matemático, físico o técnico.

Si hiciéramos una búsqueda bibliográfica sobre esta formación, encontraríamos múltiples artículos científicos, e incluso libros, acerca

---

<sup>2</sup> Coeymans, J. E. (1987). La formación cultural del estudiante de ingeniería, en Colegio de Ingenieros de Chile. *La enseñanza de la ingeniería en Chile* (pp. 43-45). Santiago de Chile: Editorial Corporación de Promoción Universitaria (CPU).

<sup>3</sup> También se puede entender a la inversa, ya que cultura y formación se afectan recíprocamente.

de cómo incide una formación integral en el desarrollo profesional del ingeniero. Pero, a fin de cuentas, llegaremos a la misma conclusión: una adecuada formación integral permitirá formar profesionales capaces de comprender las implicancias éticas de su desarrollo profesional, conocer el contexto histórico, social, político y cultural de los desafíos que debe abordar, para así analizar críticamente los problemas y necesidades del medio en el que se encuentra inmerso, y realizar propuestas coherentes con lo anterior; no como un individuo que labore solo, sino como un profesional colaborador, con habilidades sociales, capacidad para integrarse en equipos de trabajo multidisciplinarios y comunicar efectivamente sus ideas.

Pensando en lo anterior, ¿cómo abordan los centros de excelencia la formación humanista? ¿Cómo se vinculan las humanidades con las ciencias y la ingeniería?

Esta problemática fue abordada en una investigación realizada por ETHICS (entonces Área de Humanidades) durante 2016<sup>4</sup>. Se observó que múltiples universidades de excelencia<sup>5</sup> poseen centros de investigación STS (Science Technology and Society) dedicados tanto a la docencia como a la investigación, y enfocan esta última al trabajo interdisciplinario para abordar problemas complejos, como el cambio climático, el impacto de la ciencia y tecnología en la sociedad, o cómo estos problemas se encuentran influenciados por su contexto histórico, político o económico, por nombrar algunos ejemplos.

A su vez, una parte importante del plan de estudios de ingeniería contempla una sólida formación humanista para sus estudiantes, por ejemplo:

---

<sup>4</sup> El estudio fue desarrollado por el profesor Michael Reynolds y la profesora Claudia Rodríguez (coordinadora de ETHICS). Esta investigación es de carácter interno y no se encuentra publicada actualmente.

<sup>5</sup> Como por ejemplo MIT, Stanford, Cornell university, University of California, École Polytechnique, University College of London, Technische Universität München o el Royal Institute of Technology.

- En el MIT, un estudiante, para poder graduarse, deberá tomar ocho cursos humanistas obligatorios (al menos uno por semestre), dictados por la Escuela de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales (SHASS, en inglés). Es decir, un 25% de los créditos totales.
- En Caltech, la División de Humanidades y Ciencias Sociales se encarga de dictar los 12 cursos obligatorios que todo estudiante debe cursar, lo cual abarca un 23,38% de los créditos de la licenciatura.
- En Cornell University, los cursos humanistas representan cerca del 19,83% de los créditos totales, los cuales se distribuyen en un total de seis cursos.

El porcentaje de créditos humanistas en el currículo varía según los requisitos y el enfoque que le otorga cada universidad; sin embargo, es común que cerca de un 10% de los créditos totales de las licenciaturas correspondan a cursos humanistas. Se incluyen en el currículum, porque se considera necesario formar profesionales capaces de reflexionar críticamente en torno al ejercicio responsable de la ingeniería, comprendiendo la complejidad de los desafíos del siglo XXI, cuyos problemas no poseen sólo una dimensión técnica, sino que también se ven afectados por los aspectos sociales, económicos y políticos de su entorno. Por ejemplo, Caltech indica<sup>6</sup>:

El trabajo en HSS (Humanities and social sciences) ayuda a los estudiantes a comunicarse de manera más efectiva, formular argumentos lógicos y persuasivos, y comprender el entorno social, político y cultural en el que viven, haciéndolos más capaces de evaluar lo que nuestra sociedad necesita de sus ciudadanos y científicos...

Queriendo conocer más sobre esta formación y entender el enfoque y la motivación de incluir estos cursos, nos pusimos en contacto con los departamentos de humanidades de estas universidades (Caltech, MIT y Cornell). De esta manera, pude concretar una entrevista

---

<sup>6</sup> Traducción de la información disponible en: <http://www.hss.caltech.edu/academics/undergraduate-studies/core-courses>.



con el Prof. Dr. Agustín Rayo, que actualmente se desempeña como decano asociado de la Escuela de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales (SHASS en inglés) del MIT.

La entrevista se realizó el lunes 30 de abril del 2018, por medio de una videollamada *online*. El texto que se presenta a continuación corresponde a una reproducción parcial de dicha entrevista, autorizada por el profesor Rayo para su distribución.



*Prof. Dr. Agustín Rayo durante la entrevista.*

*¿Cuál es su visión sobre la enseñanza humanista en un currículo de ingeniero? ¿Es importante? ¿Cómo beneficia a los estudiantes?*

Es indispensable, si uno realmente quiere cambiar el mundo, no basta con ser un buen ingeniero, uno tiene que entender cómo funciona el mundo, y eso incluye entender cómo funciona en lo económico, social, humano. Si una universidad quiere formar no solo técnicos, sino líderes, gente que de veras va a hacer una diferencia, no hay alternativa.

*Tenía entendido que, en 1949, el MIT fortaleció mucho su programa de humanidades con el Comité de Lewis <sup>7</sup>.*

Me impresiona mucho que estés al tanto de eso. No es casualidad que fuera justo en el 49, unos años después de la Segunda Guerra Mundial y de las bombas nucleares. El cambio sucedió, en parte, porque la gente del MIT se dio cuenta de que no basta con desarrollar tecnología. Si uno desarrolla tecnología, como una bomba atómica, tiene que entender cómo funciona el mundo para saber qué hacer con esa tecnología.

*No sé si usted está al tanto, pero, en este proceso de reforma, ¿hubo fricciones con otros departamentos, por ejemplo, que no querían dejar su formación netamente técnica por una formación humanista?*

No lo sé, eso sucedió muchos años antes que yo llegara al MIT y la verdad es que no estoy enterado. Lo que sí te puedo decir es que hoy mismo estamos considerando otra reforma. Hoy mismo estamos discutiendo qué hacer para que los chicos tengan más formación de cómputo, aun cuando no tengan cómputo como su enfoque principal, y una de las cosas que yo no he visto sobre la mesa es reemplazar un requisito de humanidades por el de cómputo. Cuando se habla de cómo integrar el nuevo requisito, se habla de cambiar las cosas, no los requisitos humanistas.

*O sea, se va a incluir este requisito de cómputo, pero sin tocar el requisito humanista.*

No se ha decidido, pero las discusiones de las que yo estoy enterado sugieren que es así. Todo esto es algo muy preliminar, y lo menciono no porque la universidad haya tomado una decisión o por que esto sea de carácter oficial, es simplemente para transmitirte que la discusión que hemos tenido me parece indicar que en toda la universidad hay apoyo por el requisito de humanidades.

---

<sup>7</sup> O también llamado “*Lewis Committee*”. El objetivo de esta comisión era reexaminar los principios educativos que habían regido a MIT desde su fundación, para determinar si eran aplicables a una nueva era marcada por la agitación social y los desastres de la Segunda Guerra Mundial.

*Estos cursos, ¿son orientados para ingenieros específicamente o son cursos generales?*

Hay libertad de cátedra, entonces los profesores decidimos qué clase dar. Cada quien genera el tipo de curso que considera más conveniente. Te puedo hablar de mis propias decisiones: yo he dado clases aquí muchos años y he ido buscando temas que les gustan a los chicos. Desarrollé una clase que está en la intersección entre filosofía y matemáticas, porque me he dado cuenta que, justamente, así es como mejor aprenden filosofía, pero es lo que hago yo, otros hacen otras cosas, y realmente hay libertad total. Algo que no sucede es que el decano le diga a los departamentos: “ustedes deben hacer esto”.

*¿Cómo se aborda el tema de la ética?*

Bueno, las clases de ética suelen darse en el Departamento de Filosofía, y hay tres expertos en ética que deciden qué clase dar. Una clase que estamos ofreciendo ahora es sobre cambio climático, y la ética del cambio climático. La idea es que se trata de un problema obviamente urgente y, además, un problema que muchos de los alumnos quieren atacar. Hemos tenido también un curso de bioética, que fue muy popular; también clases sobre el sentido de la vida: ¿qué quiere decir vivir bien? También hemos tenido clases de corte más académico: una clase de fundamentos de la ética, una clase sobre ética de Kant, por ejemplo, y, bueno, no hay ninguna presión para que los alumnos tomen una u otra clase de ética. Alguien se puede haber graduado del MIT sin haber tomado ninguna clase de ética o ninguna clase de filosofía.

*Algo que sucede aquí es que no a todos los estudiantes les motiva tomar estos cursos humanistas y nuestra variedad de temas no puede dejar contentos a todos. ¿Cómo se resuelve ese problema en el MIT? ¿Hay una gran variedad de cursos o simplemente a los estudiantes les motiva mucho tomar esos cursos?*

No lo tenemos resuelto. Hay muchos a los que sí les motiva tomar esos cursos pero, en general, cuando los chicos construyen sus horarios, los

cursos de humanidades son los que escogen al final, y hay evidencia que sugiere que una consideración crucial es si les acomoda el horario, independientemente de la materia.

Se trata un problema muy difícil para una universidad que se anuncia al mundo como una universidad técnica, porque los estudiantes que atrae la universidad se quieren enfocar en temas técnicos. Hay límites en lo que una universidad puede hacer. Algunas encuestas arrojan que el MIT tiene el mejor programa de ciencias sociales del mundo y otras que tiene el segundo mejor programa de humanidades del mundo. Eso sugiere que el problema no es que el profesorado no sea suficientemente bueno.

El problema que tú mencionas es real: la realidad es que, con frecuencia, nuestros alumnos de licenciatura no dan prioridad a los cursos de humanidades, artes y ciencias sociales.

*¿Cómo es la opinión general de los estudiantes sobre estos cursos? No se le da una prioridad, pero ¿qué opinan de estos cursos? ¿Creen que son útiles para su formación al fin y al cabo?*

No tengo datos duros sobre esto, pero hay evidencia anecdótica de que, al principio, no los quieren tomar; pero, ya que los han tomado, les da gusto haberlo hecho. Algunas de las encuestas de exalumnos sugieren que, en muchos casos, las clases que más disfrutaron fueron estas. De hecho, una cosa que podría ser útil, las encuestas sugieren que los exalumnos sienten que les hubiera beneficiado saber comunicarse mejor, sienten que entran en una gran empresa y logran ser jefes de ingenieros, pero no siempre logran llegar hasta arriba, y sienten que una de las cosas que hace esa diferencia es poderse comunicar más eficazmente. El resultado es que los ingenieros han presionado para que nuestros alumnos tengan que satisfacer un requisito de comunicación.

*Mi facultad, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, desde su fundación, ha sido uno de los líderes en el desarrollo tecnológico del país; por ejemplo, hace un par de meses se*

*lanzó el primer satélite 100% chileno. La Facultad se puso la meta de lograr posicionarse dentro de las mejores escuelas de ingeniería del mundo; existe todo un plan de desarrollo y un proceso de modificación de los programas de estudios que se está llevando a cabo ahora<sup>8</sup>, entonces, ¿es importante no solamente fortalecer lo técnico, sino también habilidades netamente humanistas, por ejemplo, pensamiento crítico, capacidad de discernimiento ético, habilidades comunicacionales? ¿Piensa que esta formación humanista debiera tener un mayor peso? El problema es que se quiere fortalecer, pero no se quiere dejar de lado lo técnico, es una fricción entre dos mundos.*

Algo crucial es entender que no están en competencia, no es que si uno aprende economía uno va a ser peor ingeniero. Por ejemplo, si uno lo que quiere es diseñar una ciudad que responda bien en caso de un terremoto, debe saber ingeniería civil, saber cómo funciona un puente, pero también hay que entender a la comunidad, para identificar sus necesidades, porque si eso no se toma en cuenta, entonces tampoco va a ser eficaz el puente. Si tu universidad realmente quiere apoyar a Chile, es esencial que los alumnos sepan ingeniería civil, pero que también sepan economía, ciencias políticas, filosofía. No se puede separar esos dos aspectos de la educación.

*O sea, no debemos entender solamente las humanidades como ética, habilidades comunicacionales y expresión oral, sino que —por ejemplo— un ingeniero se beneficia de saber filosofía, ciencias políticas o ciencias sociales. ¿Cree usted que eso es verdad?*

Absolutamente, es más eficaz con el proyecto global. Si el proyecto ingenieril es simplemente hacer los cálculos estructurales para un puente, para eso no hace falta saber filosofía, economía o ciencias políticas, pero si el proyecto es diseñar una buena ciudad, entonces es indispensable, absolutamente indispensable. Sin saber economía, ciencias políticas o filosofía uno va a diseñar algo que funciona bien desde el punto de vis-

---

<sup>8</sup> Se hace referencia al proyecto “Ingeniería y Ciencias 2030- Universidad de Chile”, subsidiado por la Corporación de Fomento de Producción (CORFO) del gobierno de Chile. Este proyecto busca apoyar el Plan Estratégico desarrollado por la Facultad.

ta ingenieril, pero que no funciona bien desde otros puntos de vista. Un ejemplo particularmente dramático de esto es que si uno mide la importancia del trabajo que se hace en mi universidad, en términos de vidas salvadas, la cuenta principal no viene de los departamentos de ingeniería, viene del departamento de economía, porque sus programas sociales salvan vidas; por ejemplo, en los estudios acerca de la manera más eficaz de vacunar a una población o la manera más eficaz de incrementar la escolaridad de los niños. Pero esas cosas, que parecen sencillas, hacen una diferencia gigantesca. Pienso que el futuro de Chile necesita gente que tenga esa capacidad.

*Es decir, ¿se necesita gente que pueda pensar las múltiples dimensiones de un problema, líderes, gente que pueda llevar a cabo ese desarrollo tecnológico no sólo desde lo técnico, sino también considerar todo el ámbito político-social?*

Exactamente, porque una cosa es un ejercicio en un libro de texto, pero los problemas reales a los que se enfrenta Chile son multidimensionales, y una persona que solamente tenga capacidades técnicas puede resolver una dimensión de ese problema, pero no todas las demás.

## Bucle y fantasma

Daniel Cruz<sup>1</sup>

El mundo que habitamos no es sólo el producto de cierta “cultura” dominante, sino la trama espacio-temporal de un constante conflicto entre distintas “representaciones” de la realidad. En nuestro entorno cotidiano reconocemos un espesor significativo que no cesa de crecer, superponiéndose capas de sentido, sedimentaciones de signos que a una mirada atenta se revelan como síntomas de una agonística del sentido, en un proceso de acelerada “entropía”: todo sistema evoluciona espontáneamente hacia el estado de máximo desorden posible, cumpliéndose progresivamente lo que en ese sistema se encontraba “contenido”.

Sergio Rojas<sup>2</sup>

En estos días convivimos con diversos fenómenos que, en muchas ocasiones, son difusos, complejos e incluso poco precisos. Esto es coherente con el estado actual de mutación con el cual coexistimos, que se evidencia por una constante transformación que solapa los modos y momentos en los cuales nos hemos relacionado, tanto en el plano afectivo, cultural, político, social como económico.

---

<sup>1</sup> Artista visual, magister en Artes Visuales Universidad de Chile, Certificate de Harvestworks Digital Media Arts, NYC. Académico de la Facultad de Artes de la Universidad de Chile, coordinador de Magister en Artes Mediales de la Universidad de Chile. Más sobre sus proyectos e investigaciones, en <http://www.masivo.cl>.

<sup>2</sup> Rojas, S. (2010). SCL2110, Proyectos en Exhibición. “Señales de Vida”. Recuperado de <http://www.scl2110.cl/>.



Al igual que cuando ponemos nuestra mano frente a nuestro rostro, a distancia próxima de la punta de nuestra nariz, podemos reconocer que hay una mano allí. La percibimos, la vemos, está frente a nosotros, más no con total definición. Los bordes de las falanges se pierden, son poco claros, sabemos que está allí aferrándonos a la borradura. De esta manera es como se nos presenta nuestra contemporaneidad. La revolución de planos de percepción y realidad son parte de esta escena.

Podríamos hacer una lista interminable de estas mutaciones: bitcoins, e-commerce, IoT (internet de las cosas), bigdata, fake news, clima, ciencia, géneros, credos, arte son parte de un mundo *extrañado* que se sostiene en estructuras desbordadas.

Reflejo de esto es que hoy podemos acercarnos a contenidos complejos a distancia de un par de clics, activando una serie de dimensiones de percepción del mundo que no van necesariamente a la par con el sentido reflexivo, evidenciando una cuestión de timing entre ellas.

Clay Shirky, en *Cognitive Surplus: Creativity and Generosity in a Connected Age*, propone una mirada sobre cómo los usos sociales de las herramientas de comunicación digital han generado una gran sorpresa. En especial, porque las posibilidades no están implícitas en las herramientas, sino más bien en cómo los deseos de los usuarios las modelan, rompiendo la unidireccionalidad de consumir información de manera pasiva. Lo cual evidencia una actitud disruptiva frente a los modelos y acciones globalizantes, una especie de interrupción del programa. En efecto, no somos únicamente consumidores de información, sino a la vez



productores. Esta identidad, la del *prosumer* (McLuhan & Nevitt, 1972), identifica a un usuario activo que comparte información, que analiza, investiga, dialoga, discute, reclama, propone y difunde, rompiendo la unidireccionalidad de la información como contenido cerrado y estático, generando un campo transversal que propicia el des/encuentro. Esta identidad extiende la dimensión territorial, que se expande y borrea según las exigencias de las demandas, tanto sociales como económicas, por lo cual las fronteras no se limitan a la cartografía política, en la que la velocidad de la transacción de la información no está ya supeditada a las horas del vuelo.

Lo anterior se presenta en diferentes manifestaciones, que provocan preguntarse sobre nuevos modelos de acercamiento y comprensión de la creatividad, sus procesos y sistemas constructivos. La actividad creativa desde acciones remotas, conectadas a la red para conciliar las distancias físicas del mapa; la emergente actitud de la sociedad hacia un nuevo horizonte de discusión, tanto social, política como económica; la crisis de la universidad como modelo educativo; la discusión de la libertad versus la privacidad como nueva moneda de cambio: todas son una pequeña muestra de ello.

En este contexto, surgen preguntas sobre el hacer artístico y acerca de cómo la incidencia en su entorno, en función de lecturas insertas en los contextos particulares de los cuales emergen, generan un reconocimiento a lo local como raíz productiva y emancipadora frente a los modelos globales instalados. Observar la inquietante pregunta sobre lo inmediato de la tecnología y sus soportes. La dimensión política de la velocidad, las alteraciones del lenguaje que nos llevan a decodificar el inevitable avance de las telecomunicaciones para subvertir —y así evidenciar— una respuesta en reescribir los protocolos, haciéndose parte de las dimensiones propias desde el lenguaje del arte.

Convivimos en un estado de magnitudes y escalas que están en mutación. Vivir y exhibir configuran un territorio abismal, que se solapa a la velocidad de las exigencias contemporáneas. Todo es viable de ser público, de exhibirse, formando parte de la naturaleza humana como un elemento significativo que conlleva existencia.

## a|c|t

Dentro de este panorama, la vinculación entre Arte, Ciencia y Tecnología construye un escenario interesante para detenerse y dirigir así la mirada a este campo rotular de incesantes provocaciones.

Desde diversos lugares resuenan las agencias del diálogo, de posibles cruces e interacciones que fusionan modelos de pensamiento, los cuales, en algunas ocasiones, provocan acercamientos tangibles que delatan proximidades de interés. Algunos de ellos son los empalmes procedimentales: espacios de lenguaje significativos en la producción, tanto en el ámbito artístico ampliado como en las posibilidades interdisciplinarias que conlleva la práctica del arte contemporáneo, práctica que ya no se comprende desde un modelo interno, ensimismado, centrípeto, más bien como un campo expansivo de múltiples conexiones que obedecen a una indisciplina que es propia del arte. El desborde y la especulación son un sustrato que aún observa contingencias fisurales.

Para singularizar este asunto propongo un acercamiento a dos conceptos, provenientes de una derivada de la propia práctica artística del autor de este texto<sup>3</sup>, sobre la cual se ejercita una constante reflexión desde el hacer. De esta forma, los dos conceptos propuestos, “iteración” y “aliteración”, permitirán un posible esbozo desde lo procedimental, tanto teórico como práctico, acerca de la vinculación entre arte, ciencia y tecnología: a|c|t.

El primero de ellos, la iteración: función más cercana a la noción procedimental de programa<sup>4</sup>, en tanto modelo de producción desde el punto de vista del proceso discreto en la construcción de síntesis.

---

<sup>3</sup> Vinculación que se sintetiza entre arte contemporáneo, sociedad, comunicación, pensamiento y tecnologías, en una permanente inquietud sobre otros campos y sus relaciones tanto emergentes como históricas.

<sup>4</sup> El programa tiene muchas utilidades y funcionalidades desde diversos contextos aplicados. Nos referiremos a “programa” como un conjunto de órdenes o instrucciones que devienen una estructura o protocolo predeterminado a utilizar.

La iteración es parte de los modelamientos que provienen de las ciencias matemáticas, y que han sido parte de estrategias constructivas emplazadas en el campo del arte para diversos fines y desde hace ya un tiempo. Si hablamos del diseño y perfeccionamiento de un constructo, en muchas ocasiones encontramos en la iteración una forma de depuración y sistematización.

Coja un periódico.  
Coja unas tijeras.  
Escoja en el periódico un artículo de la longitud que cuenta darle a su poema.  
Recorte el artículo.  
Recorte en seguida con cuidado cada una de las palabras que forman el artículo y métalas en una bolsa.  
Agítela suavemente.  
Ahora saque cada recorte uno tras otro.  
Copie concienzudamente en el orden en que hayan salido de la bolsa.  
El poema se parecerá a usted.  
Y es usted un escritor infinitamente original y de una sensibilidad hechizante, aunque incomprendida del vulgo<sup>5</sup>.

El texto anterior, “Para hacer un poema dadaísta”, del artista húngaro Tristan Tzara, publicado en 1920 en el Manifiesto Dada, es un algoritmo. Tiene funciones y variables. Sobre este poema podemos iterar incesantemente, por lo cual el poema se presenta como estructura y procedimiento, un poema en grado cero con órdenes claras que, según Tzara, devienen en un terminal autónomo y original. Si trasladamos esta imagen procedimental a la práctica artística, podríamos señalar que el artista reitera e insiste en exploraciones que provienen de su propia subjetividad ante el mundo que lo rodea, en el que las definiciones, sentidos y poética devienen un constructo o terminal que comparecerá en la exhibición. Lo anterior nos permite comprender la iteración en un sentido programático que deviene obra.

---

<sup>5</sup> Para Hacer un Poema Dadaísta, *Dada manifeste sur l'amour faible et l'amour amer*, VIII, 1920. Traducción de Huberto Haltter.

En segundo plano se propone la figura retórica de la aliteración, comprendida a contramano del sentido programático de la función de iterar. La aliteración deviene una torsión del lenguaje, un trastorno, una interrupción al programa desde un sistema que reitera escopias, una modificación del sentido habitual de un constructo. Un virus que modifica, altera y trastorna para que emerja una interrupción sobre lo cotidiano, que, en algunas ocasiones, es a su vez discurso que se traduce en proyecto artístico. “El arte consiste hoy en ‘hacer pasar algo por el lenguaje’. No se trata de representar una realidad determinada al interior de los límites acreditados del arte, sino de ‘hacer pasar’ lo real por el lenguaje, produciendo en el sujeto ‘trastornos de lenguaje’ ”<sup>6</sup>.

Si pensamos los campos de acción del arte, la ciencia y la tecnología desde la articulación propuesta entre iteración y aliteración, nos aproximamos a una oscilación entre nociones que emergen tanto desde el lenguaje como desde el programa.

Extendamos esta mirada hacia otros contextos.

A finales de los años cincuenta, el movimiento intelectual situacionista<sup>7</sup> estableció una estructura coherente con el pensamiento del artista fuera del taller: el campo del arte como lugar de exploración. “Entre los procedimientos situacionistas, la deriva se presenta como una técnica de paso ininterrumpidos a través de ambientes diversos. El concepto de deriva está ligado indisolublemente al reconocimiento de efectos de naturaleza psicogeográfica y a la afirmación de un comportamiento lúdico-constructivo que la opone en todos los aspectos a las nociones clásicas de viaje y de paseo<sup>8</sup>”.

---

<sup>6</sup> Rojas, S. (2010). SCL2110, Proyectos en Exhibición. “Señales de Vida”. Recuperado de <http://www.scl2110.cl/>.

<sup>7</sup> El Movimiento Situacionista es la denominación del pensamiento y la práctica en la política y las artes inspirada por la Internacional Situacionista (1957-1972).

<sup>8</sup> Teoría de la Deriva de Guy Debord (1958). Texto aparecido en el #2 de *Internationale Situationniste*. Traducción extraída de Internacional Situacionista, vol. I: La realización del arte. Madrid: Literatura Gris; 1999.

La deriva es un modelo de aliteración sobre el contexto geográfico en el que nos desenvolvemos. La noción de tránsito sobre la trama de nuestra ciudad establece un programa que se soporta en la percepción de ritmos y cadencias, muchas veces sinuosas. Iteramos sobre la estructura urbana, ya que los usos temporales de nuestra rutina, definida por el trabajo, el ocio, el estudio, etc., es una coordinación de funciones elementales sobre la cotidianeidad, que nos lleva a reconocer lo urbano con sus paisajes, rostros y escenas que, al derivar, se torsiona.

Deambular por la trama espacio-temporal de la ciudad nos propone una innegable interrupción al aparente conocimiento de lo urbano que se ha construido sobre una rutina de viajes y traslados. La ruptura del programa nos convierte en ciudadanos más conscientes de nuestro contexto.

Esta estructura, que ha devenido una serie de modelamientos y exploraciones por parte de artistas de diversos medios, indudablemente proyectó la apertura hacia una lectura ampliada del territorio. La deriva es un virus que modifica la estructura de habitabilidad sobre la cual sustentamos nuestra existencia.

### Programa y virus

El filósofo checo Vilém Flusser, en su libro *Una filosofía de la Fotografía* (1985), propone una visión sobre la imagen técnica que podemos extender a la forma de abordar el uso de tecnologías. En efecto, Arlindo Machado lo visita en su texto “Repensando a Flusser y las Imágenes Técnicas”, para aproximarse al modelo de la caja negra como elemento de complejidad, señalando que “Si el artista no es diestro lo suficiente para interferir dentro del oculto secreto de los dispositivos y programas, ellos no harán otra cosa que repetir el proceso codificado ya programado en el comportamiento de la máquina<sup>9</sup>”.

---

<sup>9</sup> Machado A. (2000). Repensando a Flusser y las imágenes Técnicas, en A. Machado, *El paisaje Mediático. Sobre el desafío de las poéticas tecnológicas*. Buenos Aires: Libros del Rojas.

En primer orden, esta imagen nos presenta el comportamiento frente al uso de máquinas/dispositivos, con lo cual Flusser nos plantea al usuario de tecnologías desde una aproximación externa, funcional, operativa, estableciendo un uso unidireccional dentro del diseño del artefacto tecnológico. El usuario no traspasa el límite operativo del programa, reiterando patrones determinados por un proceso reductible desde el origen, que se enmarca en la funcionalidad, tanto de las acciones ejecutadas como de los resultados obtenidos, y que, por consecuencia, se asemejan unos con otros, generando una fisonomía estable en cadena. Flusser designa a este usuario como “funcionario”. De esa manera, el funcionario elige, entre las categorías disponibles en el sistema, aquellas que le parecen más adecuadas y, con ellas, construye su escena desde el programa.

Para producir nuevas categorías, todavía no previstas en la concepción del aparato, sería necesario reescribir su programa, es decir, ingresar en el interior de la caja negra y rehacerla. El “funcionario” itera dentro del programa predeterminado cumpliendo las funciones preestablecidas, en las que los terminales serán referenciales y próximos a otros, uniformando las salidas.

El segundo accionar corresponde a aquel que ingresa y traspasa la frontera de la caja negra, desbordando, interrumpiendo el programa, por lo cual conlleva una comprensión mayor, una libertad de acción en tanto conceptos y aplicaciones, que le permite modificar el uso determinado de una máquina. Entonces, desde el interior de la caja negra, asiste a la construcción de un imaginario que logra subvertir la funcionalidad de las operaciones tecnológicas. *Hackea* generando nuevos comportamientos, alterando el fin para el cual una ingeniería, diseño y programación trabajó. Esta actitud de desobediencia tecnológica, de indisciplina, expande y desborda la actividad estable, los usos y mediaciones de las especificaciones lógicas implementadas en el *soft & hard + ware*.

Es ésta quizás una de las paradojas más interesantes que circulan alrededor de la génesis de un proyecto autoral vinculado a las artes, la ciencia y la tecnología. El traspaso de la pirotecnia tecnológica que

involucra un rompimiento y estado crítico sobre los formatos arraigados en la profusión del comportamiento del *plug and play*, modelo que opera desde la idea del simplificar el uso de las tecnologías, en el que el usuario sólo conecta elementos para luego activar la dimensión tecnológica propuesta.

Esta propuesta me parece pertinente en un momento en que el acceso a diversos sistemas de producción y masificación de contenidos digitales pareciera no ser un problema. La lógica de mercado instalada en nuestros hogares y la profusa actividad en redes nos proveen de un variado conjunto de sistemas, programas, controles y medios de difusión concentrados en un “ordenador”, que permiten publicar de manera directa cualquier contenido en la red, sin filtros temáticos, editoriales, etcétera. Un territorio abismal al cual nos hemos acostumbrado.

Lo doméstico de la producción digital es coherente con la velocidad actual de la tecnosociedad. La capacidad rotular de las tecnologías propone cierto territorio a descifrar, en tanto categorizaciones y códigos que se construyen desde un lenguaje expandido. Lenguaje que, en la expansión, contiene ruido, ya que la proliferación de contenidos no está en directa relación con una contrapropuesta sólida que establezca una relación paritaria entre producción y sentido.

Desde este contexto, se hace necesario preguntarnos sobre la creación en función del lenguaje extensivo. El arte como una extensión del conocimiento, y de proyectos que integren diversas disciplinas que impulsen desde lo local una raíz productiva y emancipadora frente a los modelos globales instalados. Para propiciar el traspaso de los límites tradicionales del arte hacia nuevos sistemas o metodologías, se debe provocar un estado indisciplinar que debiera sugerir un ejercicio de pertinencia, una refocalización de los intereses y de las convenciones creativas, ya que las posibilidades que se despliegan a partir de las tecnologías de la información permiten la exploración transdisciplinar, la pérdida de la noción de límite —tanto temporal como físico—, gatillando el desarrollo de nuevos lenguajes, reemplazos estéticos y la reconfiguración de conceptos y procedimientos.

Así, el modelo de pensamiento que presenta Flusser indica la urgencia de ingresar a la caja negra de las tecnologías, para así disponer sobre ellas y no continuar repetidos programas previamente diseñados. En otras palabras, el carácter subversivo, experimental y comunicativo de las artes, entendidas en su amplio espectro de la creación, congenia con instancias mediales que se hacen extensivas hacia el campo de las ciencias y tecnologías. Se trata de un pensamiento expandido que se puede visitar en diversos estados, tanto al interior del arte contemporáneo como en las posibles conexiones que surgen por proyectos autorales cuyas autonomías evidencian una apropiación de significados, los cuales construyen nuevos modos de acercamiento a materias de interés.

En esta línea, la obra “cubo de condensación” (1963-1965), del artista alemán Hans Hacke, provee rica materia de exploración. La obra general de Hacke toma elementos naturales sobre los que construye estructuras complejas, en las que el tiempo, la energía y el espacio proponen formas transitorias, de modo que no son piezas de exposición petrificadas sino procesos que ha denominado “sistemas de tiempo real”.

En el caso de “cubo de condensación”, la materialidad está compuesta de una caja hermética de acrílico transparente, de treinta centímetros de lado, que contiene aproximadamente un centímetro de agua<sup>10</sup>. La condensación se acumula contra la superficie interna del plexiglás, formando líneas verticales en su interior. Esta condensación se puede explicar de la siguiente manera: el aire puede contener sólo una cantidad limitada de vapor de agua y cuando ese límite o punto de rocío se alcanza, se produce condensación. Así, el cubo construye una ilusión entre el museo, la arquitectura y su habitabilidad. “Las condiciones son comparables a un organismo vivo que reacciona de forma flexible a su entorno. La imagen de la condensación no puede preverse con precisión. Cambia libremente, determinada únicamente por límites estadísticos. Me gusta esta libertad<sup>11</sup>”.

---

<sup>10</sup> Contiene un pequeño agujero en la parte inferior, cubierto con cinta transparente, que permite el drenaje del agua cuando no está en exhibición.

<sup>11</sup> Hacke, H. (octubre de 1965). *Comentarios sobre su obra Cubo de Condensación*. Nueva York.



Estos comentarios del artista alemán acerca de su obra permiten comprender la complejidad del entramado observado, la que podría ser señalada como ajena al campo del arte por su forma y estilo —desde el sistema físico y ambiental hasta el social y el político—, con la posible oposición de contextos, pero que finalmente establece relaciones de equivalencia entre campos, apropiándose de los significados. Una aliteración que subyace en la evidencia de hechos simples u ordinarios, para fortalecer la mirada del artista desde un vértice de complejidad de conciencia de mundo traslapado.

En otra vereda, la visión de Mark Napier, artista norteamericano, pionero del arte en red cuyo origen es la pintura —remarco esto por la innegable vinculación entre los procedimientos creativos, de análisis y de anclaje de su obra, sobre la base del uso de códigos y programación—, señala que “todo artista, en cierta manera, utiliza los nuevos medios o lenguajes que le son contemporáneos para crear. Lo cual es una reacción natural a algo nuevo que está pasando en el mundo, respondiendo a la aparición de un nuevo medio”<sup>12</sup>. Para acercar esta visión al territorio del arte, Napier utiliza como referencia dos imágenes del Renacimiento, específicamente “La última Cena” y la “Capilla Sixtina”, imágenes conocidas por todos, en las cuales se refleja cómo Leonardo y Miguel Ángel utilizan la “perspectiva”, concepto que era relativamente nuevo para la época. Utiliza esta referencia para comparar a Miguel Ángel con Pixar® y a Leonardo con Dreamworks®, dado que ellos eran quienes podían crear ilusiones de espacios tridimensionales como nadie de su época. Utilizaban técnicas de anatomía, de sombreado, de modelado de formas, técnicas para ilusión de luz en una superficie, efectos atmosféricos, entre otros.

La idea del artista como un motor y acelerador de contingencia es seductora. En especial en la dimensión actual, en la que los parámetros del conocimiento sobre el cual hemos sido instruidos se modifican a una velocidad vertiginosa. Esto ha generado una expectativa respecto

---

<sup>12</sup> Comentarios realizados en la conferencia de “Duplo, Arte y Tecnologías Interactivas 2008”. Santiago de Chile: Telefónica.

de la producción artística en diálogo con otros campos del conocimiento, expectativa que, muchas veces, sobrepasa los alcances propios del arte y que, quizás, propone esfuerzos abismales para estar al ritmo de las urgencias propias de la sociedad y la cultura locales.

Esta mirada nos ubica en un contexto particular, que implica aproximaciones de vinculación en un territorio fértil, desde una instancia de investigación, estudio, análisis y metodologías que extienden el campo programático del arte hacia la ciencia. De esta manera, se instala un modelo en las formas de expresión y creación, para modificar ciertos patrones conocidos y para redefinir fronteras.

Lo anterior fomenta la actividad investigadora de materiales, técnicas y procedimientos, presentando un panorama de articulaciones interdisciplinarias. Un territorio incierto que congenia con la dimensión experimental de los procesos internos del arte.

## **Las manos que piensan. Reflexiones en torno al pensar y hacer en conjunto**

Danisa Peric<sup>1</sup>

En el año 2017, en Suecia, abrió sus puertas el Museo del Fracaso. En sus pasillos se exhiben toda clase de ideas, despliegues técnicos y tecnológicos fallidos de la historia reciente, y que equívocamente han sido tildados como “innovaciones”. Se habla de “innovación” cuando una tecnología se transfiere a la sociedad de manera efectiva, es decir, cuando llega a manos de las personas cumpliendo su función. En cambio, estos productos no lograron salir de los laboratorios, talleres o estanterías, muchos de ellos fueron olvidados y algunos se convirtieron en anécdotas algo tragicómicas. No obstante, reunidos en este museo, sirven como lección, como herramientas de aprendizaje para la práctica de la innovación tecnológica. Uno de ellos es la Rejuvenique Electric Facial Mask, que debutó mundialmente en 1999. Desarrollada para mujeres norteamericanas mayores, es una máscara que reduce las arrugas aplicando impulsos eléctricos en 12 puntos del rostro. El problema es otro. Fue descrita inicialmente como “aterradora” por su parecido a la máscara que ocupara algún villano en una película del género. Imagínense la escena de una mujer mayor, utilizando el dispositivo en la privacidad de su casa en Ohio, viendo en el espejo al asesino de Viernes 13. No fue

---

<sup>1</sup> Diseñadora Industrial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Magíster en Diseño, *Design Lab*, Universidad Adolfo Ibáñez. Directora del FabLab, Universidad de Chile. Correo-e: [danisa@fablab.uchile.cl](mailto:danisa@fablab.uchile.cl).

comprada. Increíblemente, la máscara aún se encuentra disponible en Amazon.com®, y toda clase de historias, algunas incluso que bordean lo sobrenatural, son compartidas por los pocos compradores que aún se animan a obtenerla, probablemente movidos más por morbo que por otra razón. Alrededor de 80 de estos casos se agolpan en el Museo del Fracaso.

En nuestra historia moderna se ha desarrollado un sin fin de nuevas tecnologías que no lograron integrarse a la sociedad de su tiempo. Pasa vertiginosamente hoy: la ciencia y la tecnología van más rápido. En el caso de los productos, sucede que la gran mayoría no tiene éxito. La literatura dice que alrededor del 90% de los nuevos productos y servicios fracasan dentro del primer año de su salida al mercado. Una de las razones es porque no lograron resolver necesidades, interpretar anhelos o materializar imaginarios del grupo humano o territorio para el cual se proyectaron. No se lograron concebir como un sistema que interactúa y se desenvuelve dentro de un contexto. Muchas veces puede ser que un producto técnicamente sea muy eficiente o que tecnológicamente sea una gran novedad, pero si no logra entreleer, adaptarse y responder a su receptor, sus probabilidades de fracasar son altas.

Pero también hay muchos casos de inspiración. Un ejemplo es el proyecto *Warka Water*<sup>2</sup>, que consiste en una torre vertical que colecta alrededor de 100 litros diarios de agua potable a partir de la lluvia, la niebla y el rocío. El proyecto surge desde una problemática global: la escasez de agua. Hoy, casi dos millones de personas mueren al año por falta de agua potable y es probable que en 15 años la mitad de la población mundial viva en áreas en las que no habrá suficiente para todos. El equipo trabaja con un contexto particular crítico, una comunidad en Etiopía. El proceso creativo se da a través de una profunda observación del entorno natural y social, de tal manera que se mimetiza con él. El nombre “Warka” proviene de un árbol local, muy importante para el ecosistema de la zona y que está en peligro de desaparecer por las masivas deforestaciones en el país. En la cultura etíope, este árbol es como

---

<sup>2</sup> <http://www.warkawater.org/>.

una institución: bajo su follaje se realizan reuniones, se educa a los niños y se congrega toda clase de actividades públicas. Este árbol inspira la geometría de la torre, convirtiéndose en un hito dentro de la comunidad en la que se emplaza. Sus mecanismos y materiales son biomiméticos, observan y emulan esta naturaleza. Por ejemplo, se abstrae la manera en que el escarabajo de Namibia obtiene agua de la niebla, y el flujo de aire que se genera dentro de las colmenas de termitas gracias a su forma. El sistema es pasivo y su mantenimiento es mínimo. Es diseñado para ser montado y operado por los aldeanos, y su manufactura involucra materiales y técnicas tradicionales locales. Warka mutó al instalarse en otros países, como Haití, Togo y Camerún, y seguirá transformándose al distribuirse alrededor del mundo. Los resultados del sistema han variado para responder a las particularidades económicas, geográficas y sociales de cada zona, a pesar de que la problemática de la escasez de agua es común en todas.

De esta manera, es claro que el desarrollo tecnológico debe ir de la mano con una observación acuciosa del contexto en que se aplica, y el proceso creativo debe ser flexible para mutar y adaptarse cuantas veces sea necesario. Sabemos que son los ingenieros y científicos quienes desarrollan las tecnologías, pero ¿hasta qué punto son ellos quienes vislumbran sus aplicaciones?

Sin duda, se requiere ingenieros para desarrollar productos y sistemas, pero cuando el proyecto involucra a grupos humanos debe ser abordado de manera transdisciplinaria, y la dimensión ética debe aflorar en cada uno de los integrantes, independiente del rol que juegue cada uno, no con el afán de simpatizar con el contexto, sino para dotar al resultado de un estudio científico con la investidura de tecnología aplicada. Para hacerlo, se requieren ciertas habilidades, como pensamiento crítico y divergente, y herramientas y metodologías que permitan una innovación centrada en el ser humano. ¿Cuáles son las plataformas que estimulan la formación de estas habilidades y herramientas en los ingenieros de hoy?

## Laboratorios de puertas abiertas

La Fab Foundation, el Centro de Bits y Átomos (CBA) del Massachusetts Institute of Technology (MIT), el Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña (IAAC) y la ciudad de Barcelona, a través del proyecto FabCity, proponen que al año 2054 cada ciudad produzca lo que consume. La FabCity es un nuevo modelo urbano que reimagina la ciudad, cambiando el “paradigma de la economía industrial actual donde la ciudad opera sobre un modelo lineal importando productos y produciendo residuos, a un ecosistema espiral de innovación en el que los materiales fluyen dentro de las ciudades y la información sobre cómo se hacen las cosas circula globalmente. La FabCity se trata de construir una nueva economía basada en datos distribuidos e infraestructura de fabricación”<sup>3</sup>. Treinta y cuatro ciudades se han suscrito al desafío a través de sus municipios, incluyendo Barcelona, Ámsterdam, Shanghái y Santiago de Chile.

Este proyecto, que busca un futuro sostenible, propone que cada nodo de fabricación sea un FabLab, y que estos nodos, trabajando en red, generen un ecosistema de producción e innovación distribuida —mediante manufactura avanzada, redes energéticas e infraestructura inteligente— y una educación basada en el “aprender haciendo”. A pesar de lo lejano que podría parecer este panorama para nuestra realidad, el mapa de FabLabs no pasa desapercibido. Recientemente, la Fab Foundation anunció más de 1.500 laboratorios repartidos en el mundo. Y, a pesar de que aún no se consolidan como una red hiperconectada y productiva, cientos de iniciativas abiertas y disponibles en internet van en esa línea, proponiendo nuevas maneras de consumir (prosumir) y de hacer (glocal).

Los FabLab son un modelo de laboratorio que provee libre acceso a conocimientos y herramientas para hacer (casi) cualquier cosa<sup>4</sup>. La

---

<sup>3</sup> <https://fab.city/>.

<sup>4</sup> Gershenfeld, N. (2007). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – From Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books.

primera versión de FabLab fue impulsada por el Centro de Bits y Átomos del MIT. Inicialmente, tuvo como objetivo que los estudiantes utilizaran la tecnología como herramienta de expresión a través de cursos de prototipado rápido, prototipo electrónico y control numérico computarizado, entre otros. Luego, otros Fablab, como por ejemplo en la India rural, surgieron con el propósito de empoderar a comunidades en países en vías de desarrollo, generando soluciones a necesidades y nuevas oportunidades de trabajo. Hoy, dos de cada tres FabLabs se encuentran afiliados a colegios y universidades, y un gran número de ellos se ubican en escuelas de ingeniería. ¿Cuál es el valor de un laboratorio de esta naturaleza para la formación de ingenieros?

Hace casi cuatro años se inauguró el FabLab de la Universidad de Chile, ubicado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de esa casa de estudios. Es una plataforma abierta, en la que se reúnen diversas personas para la materialización de proyectos, productos y experiencias de base científica tecnológica, orientados a generar un impacto positivo social y ambiental. El FabLab tiene por objetivo ser una delgada piel que conecte a las personas y al conocimiento generado en la universidad con el medio: profesionales, comunidades, organizaciones, empresas y ciudadanos. El laboratorio toma como punto de partida este capital humano y conocimiento, y apoya su transferencia a la sociedad en la forma de proyectos y productos que tienen una dimensión material. Dentro de este desafiante rol, la formación para la innovación cobra mucha importancia, al igual que la generación de canales habilitantes que fomenten la transdisciplina y la vinculación con el medio. El conocimiento es compartido en un ambiente de experimentación colectiva. Hoy, FabLab U. de Chile es una comunidad creativa, colaborativa y transdisciplinaria, que observa su contexto, transforma su realidad y proyecta futuro. Cada proyecto desarrollado involucra muchas manos, lo que genera que, incluso, muchas veces se diluya la discusión por la autoría. Año a año se suman más personas a este proyecto sociotecnológico, motivadas por un objetivo hoy colectivo.

Dentro de la Facultad, el FabLab U. de Chile es una plataforma de formación de ingenieros. Más de 700 estudiantes circulan al año por

el FabLab. Diferentes instancias de participación curriculares y cocurriculares les son ofrecidas para cubrir sus motivaciones e intereses. La gran mayoría de ellos viene por interés propio. ¿Qué encuentran en el FabLab que se sienten atraídos? Creemos que los ingenieros van al encuentro de nuevas dimensiones en su quehacer, las cuales afloran en el proceso creativo colectivo.

### Las manos que piensan<sup>5</sup>

En 2016, a menos de un año de su inauguración, el equipo Fablab era muy pequeño. En ese momento, el financiamiento permitía tener sólo a dos personas en el staff de manera permanente, además del Consejo Académico<sup>6</sup>. Debimos diseñar programas que nos ayudaran a impulsar el laboratorio como lo teníamos planificado. Lo primero fue lanzar el programa Hardware Startups, como un apoyo a emprendimientos de base científica tecnológica con impacto social o ambiental, para pasar de un prototipo a un producto a lo largo de un año y medio. Es gratuito y funciona gracias a un sistema de beneficios y retribuciones. Se realizan jornadas de trabajo y workshops de diversas temáticas. Una de las actividades claves es el Fab Meeting, en el que los emprendedores dan cuenta del estado de avance de sus proyectos y colaboran unos con otros, realizando recomendaciones en relación con desarrollo del producto y el análisis de su contexto. Ya que los equipos son transdisciplinarios, los proyectos se abordan desde distintas miradas, pero compartiendo metodologías. Los profesionales retribuyen al laboratorio ofreciendo cuatro horas de trabajo profesional a la semana, en alguna tarea o actividad que ellos mismos proponen, vinculada con sus propias disciplinas, habilidades o intereses.

La creación de este programa fue un hito para que se comenzara a gestar una comunidad dentro y en los bordes del laboratorio. Des-

---

<sup>5</sup> Inspirado en el libro de Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa. Sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Editorial Gustavo Gili.

<sup>6</sup> Liderado por Juan Cristóbal Zagal, director académico del FabLab y académico de Ingeniería Mecánica. En los años siguientes, el FabLab comenzó a ser apoyado por Open Beauchef, a través de Ingeniería 2030.



pués de un tiempo, los emprendedores comenzaron a sentirse “dueños de casa”, pasando a ser de alguna manera parte del equipo. Que el programa fuera gratuito a cambio de horas profesionales, hizo que entre el laboratorio y los emprendedores no se generara una relación transaccional, sino más bien una relación activa de colaboración. De esta manera, los profesionales y sus proyectos se convierten en un modelo para los estudiantes sobre los alcances de la tecnología y de sus profesiones. Los usuarios comienzan a interactuar entre ellos. Estudiantes de la Universidad de Chile (principalmente de la FCFM y de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo) comienzan a incorporarse a los equipos a través de prácticas profesionales, y algunos de los emprendimientos comienzan a intercambiar profesionales en las diferentes fases de desarrollo. Este sistema dinámico tuvo éxito en fraguar los cimientos de una comunidad creativa y colaborativa con personas de todas disciplinas, edades e intereses. El personal del FabLab tuvo el rol de facilitar dichas interacciones.

Un año después lanzamos nuestra página web. Es un repositorio de proyectos Open Hardware en el que los usuarios documentan y ponen a disposición los procesos, prototipos o productos que desarrollan dentro del laboratorio. A casi dos años de su lanzamiento, se encuentran más de 180 proyectos documentados, puestos a disposición para que otras personas de la comunidad puedan aprender, aportar, descargar, modificar, actualizar o adaptar a sus propias necesidades. De esta manera, la plataforma web funciona como un contenedor de información colectiva, pasando a ser un patrimonio de la comunidad y un aporte para el desarrollo y aplicación de la fabricación digital en Chile y el mundo.

La plataforma física, sumada a la virtual, se constituyen como una red de apoyo para el desarrollo de proyectos de innovación basados en tecnologías de la cuarta revolución industrial, pero también como un canal vinculante, para generar equipos multidisciplinarios que aborden desafíos de manera transdisciplinaria. Esto quiere decir que, a pesar de que cada uno tiene un rol y su pericia, se comparten objetivos, procesos y métodos en un entorno de respeto y de aprendizaje entre pares. En el

FabLab dichas intersecciones se dan dentro del proceso creativo, el cual es facilitado por la fabricación digital.

## La máquina creativa

Las herramientas de fabricación digital son máquinas que permiten hacer (casi) cualquier cosa (Gershenfeld, 2007). A diferencia de la Segunda Revolución Industrial, en la que los medios de fabricación eran exclusivos y se encontraban en grandes fábricas, hoy están en manos de las personas y sobre los escritorios, habitando espacios de creación abiertos a la comunidad local y en todas partes del mundo. Esto podría recordarnos a una época preindustrial, en la que, a través de técnicas locales y oficios tradicionales, se materializaban los objetos que la misma comunidad consumía. Pero, a diferencia de los antiguos artesanos, la información sobre bienes materiales y el *know how* sobre cómo producirlos queda contenido en un hábitat digital, y no sólo en el conocimiento tácito de la mano de un artesano experimentado. A su vez, ya que el proceso se inicia con un archivo digital, luego materializado por máquinas herramientas conectadas a un computador, los bienes materiales navegan entre bits y átomos —entre el entorno digital y el material—, gestados por una red de productores locales conectados globalmente y que desarrollan y utilizan alta tecnología.

Su bajo costo, pequeño tamaño y sus sencillas interfaces, han permitido que personas de todas disciplinas puedan abordar procesos creativos para innovar. La posibilidad de diseñar y fabricar “en casa” trae a las personas una capacidad de exploración sin límites. Cualquier persona o equipo con un pequeño presupuesto, podría adquirir una impresora 3D, o ir a un FabLab o *Makerspace* y materializar una idea: diseñar, iterar y validar. A diferencia de la fabricación tradicional, las formas complejas y la personalización de objetos se pueden lograr rápidamente y a bajo costo. Este proceso se conoce como “prototipado rápido”.

El prototipado rápido puede apoyar el desarrollo de la creatividad en los ingenieros, pudiendo incidir en la manera en que se enfrentan

a un proyecto. La posibilidad de pensar y materializar de manera fluida, mediante la prueba y error, entregan al proceso un ritmo favorable para la creación. El proceso es iterativo: de la idea al dibujo análogo, al modelo digital y luego a la máquina, poner a prueba y vuelta nuevamente a la idea cuantas veces sea necesario. La diversidad de disciplinas, técnicas y tecnologías dentro del FabLab entrega la posibilidad a los ingenieros de entregar más de una solución a un desafío. A diferencia del proceso creativo individual, crear en conjunto exige tener una mirada, tomar decisiones y comunicar correctamente en pro del proyecto colectivo, generándose una retroalimentación constante. Crear en conjunto acelera el proceso creativo.

La creatividad no es una habilidad exclusiva del área artística, no es un talento, tampoco es un estado momentáneo. La creatividad se cultiva y es necesario nutrirla constantemente mediante experiencias. Al crear se debe ser riguroso, constante y curioso para tener una perspectiva más amplia que permita vislumbrar opciones inéditas. Para crear es preciso arrojarse y atreverse, arriesgarse a errar y saber manejar la incertidumbre. El proceso creativo no es lineal, todo lo contrario: se trata de estar atento y navegar por múltiples opciones. La creatividad nace de la observación, del acto de encontrarse y almacenar esa experiencia como un tesoro. El prototipo rápido con herramientas de fabricación digital entrega la posibilidad de materializar intuitivamente esos tesoros y ponerlos al servicio de un objetivo común.

### **El algoritmo ético**

En 2018 pasamos de ofrecer una formación basada exclusivamente en la adquisición de conocimientos técnicos para dominar herramientas y metodologías, a una formación basada en desafíos, utilizando esas herramientas y metodologías. A modo de ilustración, los talleres de Impresión 3D y Router CNC son complementados con talleres aplicados de Biomateriales, Internet de las Cosas o Biomimética. En el caso del apoyo que provee el FabLab a cursos de la Universidad sucede algo similar: pasamos de apoyar con talleres de fabricación digital a mentorías en

Diseño y Desarrollo de Proyectos, en los que se hace un acompañamiento a los estudiantes en las diferentes etapas del proyecto. Un ejemplo es el programa iGea<sup>7</sup> Diseño, un curso para estudiantes de primeros años compuesto por jornadas de observación para levantar problemáticas, investigación cuantitativa y cualitativa, workshops de tecnologías y prototipo rápido, testeos y validaciones, y presentaciones públicas. La mitad del curso está compuesto por una fase de observación y la otra mitad por materialización e iteración.

Luego de un tiempo generando masa crítica, con el objetivo de generar una cultura del hacer, nos volcamos a ofrecer experiencias en las que los ingenieros pudiesen proponer aplicaciones a las tecnologías disponibles, o que ellos mismos desarrollan gracias a una formación de excelencia en ciencias básicas. Entonces, aparece la figura de un otro —crear para un otro—, y se trata de poner el dominio técnico y tecnológico al servicio de la sociedad. Los proyectos dejan de verse como ejercicios técnicos aislados y pasan a ser sistemas complejos de interacciones humanas. A través de estas experiencias, como lo son los Talleres Avanzados o las Prácticas Multidisciplinarias, es que algunos ingenieros llegan a tener una visión de la ingeniería como catalizadora de grandes cambios, no como un “oficio que está tras bambalinas, sino como uno que vincula la tecnología con su beneficiario”<sup>8</sup>.

El FabLab es una plataforma que estimula el debate y el pensamiento crítico. Juntos salimos a terreno, nos vinculamos con el medio, reflexionamos. La capacidad de observar y empatizar genera una sensibilidad particular que incita una discusión profunda acerca de los desafíos que logramos identificar. De esta manera, se hace posible entreleer el entorno, sus contextos y las personas. No sólo escuchar, empatizar y reconocer problemáticas, sino distinguir belleza en los actos y hábitos humanos para que, desde ahí, puedan nacer los objetos que diseñamos.

---

<sup>7</sup> Curso liderado por Luisa Pinto, directora de Escuela de Ingeniería y Ciencias, junto con un equipo multidisciplinario de académicos y profesionales vinculados con la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

<sup>8</sup> Marcelo, Departamento de Ciencias de la Computación. Participó en el FabLab a través del Programa Prácticas Multidisciplinarias, junto con ingenieros eléctricos y diseñadores industriales.

Se trata de estar conectados con las necesidades, los anhelos y los imaginarios de nuestra sociedad, y materializarlos.

Experiencias creativas y colectivas como éstas hacen que los alumnos exploren su propia vocación y que, ellos mismos y ante un otro, diluyan los límites de sus propias disciplinas.

### **Conclusiones**

Luego de estos últimos años en el FabLab U. de Chile, habiendo interactuado con muchos ingenieros y futuros ingenieros, pienso que su quehacer esplende cuando el ingeniero trabaja con otros. Cuando éste se desenvuelve dentro de un equipo, es posible que se abran espacios para explorar su vocación y, en la práctica, diluir los límites de su propia disciplina. Un ingeniero que observa, experimenta y se relaciona, es un ingeniero que está en sintonía con su quehacer y le otorga un sentido que sobrevuela generoso los conocimientos que le fueron transferidos durante su carrera. Eso también se plasma en los objetos que proyecta en equipo, es capaz de abordarlos no como un proyecto aislado, sino como un sistema complejo de relaciones e interacciones sociales y culturales, nutrido desde diversas miradas.

Los desafíos venideros requieren ingenieros creativos, éticos y colaborativos, que puedan aportar a equipos multidisciplinarios, dominando lenguajes en común y creando otros nuevos. El prototipado rápido puede ser uno de ellos, en el que es posible abordar colectivamente un campo creativo, generando conexiones y puntos de encuentro, en un proceso de sensibilidad e inteligencia colectiva.

Todas estas cualidades parecen desarrollarse de mejor manera en conjunto y son más factibles de adoptar en entornos flexibles, experimentales y vinculantes. Necesitamos ingenieros que vivan, salgan y sientan, que puedan diseñar sistemas para la complejidad y diversidad del ser humano.

La formación de excelencia en ciencias básicas que ofrece esta Facultad puede verse complementada por este tipo de plataformas, en las que las tecnologías, desde su origen, se proyectan en contextos específicos. Esto incide en un desarrollo tecnológico más encauzado y, en términos formativos, abre a los estudiantes un camino que da sentido a su dominio técnico. Los FabLabs son comunidades de colaboración que acunan a una generación de ingenieros ávidos, irrevocables en su afán y atentos al cambio que recogen a diario, y que transforman en el detonador de esta innovación tecnológica más centrada en las personas.

### **Bibliografía**

Gershenfeld, N. (2007). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – From Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books.

Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa. Sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Editorial Gustavo Gili.

## Antígona

Sófocles

Estásimo (versos 332-375)<sup>1</sup>

### CORO

Estrofa 1ª

332 Muchas cosas asombrosas existen y, con todo, nada  
más asombroso que el hombre. Él se dirige al otro lado  
del blanco mar con la ayuda del tempestuoso viento  
335 Sur, bajo las rugientes olas avanzando, y a la más pode-  
rosa de las diosas, a la imperecedera e infatigable  
340 Tierra, trabaja sin descanso, haciendo girar los arados  
año tras año, al ararla con mulos.

Antístrofa 1ª

El hombre que es hábil de caza, envolviéndolos con  
los lazos de sus redes, a la especie de los aturridos pájaros,  
345 y a los rebaños de agrestes fieras, y a la familia  
de los seres marinos. Por sus mañas se apodera del  
350 animal del campo que va a través de los montes, y  
unce el yugo que rodea la cerviz al caballo de espesas  
crines, así como al incansable toro montaraz.

---

<sup>1</sup> Sófocles. *Antígona*. Madrid, Gredos, 2000.

## Cuadernos de Beauchef

### Estrofa 2ª

355 Se enseñó a sí mismo el lenguaje y el alado pensamiento  
y también, fecundo en recursos, aprendió a esquivar  
360 bajo el cielo los dardos de los desapacibles hielos y los  
de las lluvias inclementes. Nada de lo porvenir le  
encuentra falto de recursos. Sólo del Hades no tendrá  
escapatoria. De enfermedades que no tenían remedio ya  
ha discurrido posibles evasiones.

### Antístrofa 2ª

365 Poseyendo una habilidad superior a lo que se puede  
uno imaginar, la destreza para ingeniar recursos, la encamina  
unas veces al mal, otras veces al bien. Será un  
alto cargo en la ciudad, respetando las leyes de la tierra  
y la justicia de los dioses que obliga por juramento.  
370 Desterrado sea aquel que, debido a su osadía, se da  
a lo que no está bien. ¡Que no llegue a sentarse junto  
375 a mi hogar ni participe de mis pensamientos el que haga  
esto!

*(Entra el Guardián arrastrando a Antígona)*

### Corifeo

Atónito quedo ante un prodigio que procede  
de los dioses. ¿Cómo, si yo la conozco, podré  
negar que ésta es la joven Antígona? ¡Ay, desventurada,  
380 hija de tu desdichado padre Edipo! ¿Qué pasa?  
¿No será que te llevan porque has desobedecido las normas  
del rey y ellos te han sorprendido en un momento de locura?



**ethics**

Santiago de Chile  
Diciembre 2019

