

**LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD SON CIENCIAS DE LA
VIDA**

Carlos Eduardo Maldonado

Maldonado, Carlos Eduardo

Las Ciencias de la Complejidad son Ciencias de la Vida / Carlos Eduardo Maldonado – Primera edición.

Chile: Trepn Ediciones 2021

227 pág.; 19 x 15 cm.

ISBN 978-956-09568-1-1

Colección: Complejidades Educativas

Primera Edición: Enero de 2021

Edición: Rodrigo Espinoza V.

Diseño editorial y cubierta: Daniela Carrasco C.

Foto de portada: Rodrigo Espinoza V.

2021, Trepn Ediciones – Colección Complejidades Educativas

Carlos Eduardo Maldonado

Ph.D. en Filosofía por la K.U.Leuven (Bélgica), Post-doctorado como Visiting Scholar en la Universidad de Pittsburgh (EE.UU); Postdoctorado como Visiting Research Professor en la Catholic University of America (Washington, D.C.), Academic Visitor, Facultad de Filosofía, Universidad de Cambridge (Inglaterra). Profesor Titular, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque. Ha sido reconocido con la “Distinción al Mérito”, por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, por sus contribuciones a la filosofía y a la complejidad (2008). Socio Honorario del IPCEM (Instituto del Pensamiento Complejo Edgar Morin), (Perú). Miembro del Consejo Nacional Asesor de la Red Colombiana de Nanotecnología. Premio Portafolio, Mención de Honor Categoría Mejor Docente (2008). “Profesor Distinguido”, por la Universidad del Rosario (2009). Doctor Honoris Causa, Universidad de Timisoara (Rumania), 2015. Título Honorífico: Profesor Visitante Distinguido, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (Managua), 2017. “Reconocimiento internacional por excelsa trayectoria como investigador”, otorgado por la UTPL (Ecuador), en el marco del Congreso Mundial “Metamorfosis de las ciencias sociales y humanidades” (Loja, Ecuador, 2018). Premio Internacional Agencia Prensamérica Internacional “Dr. Zenovio Zaldívar”, Categoría: Filosofía y Complejidad, Guayaquil, 2018. “Visitante Distinguido”, Distinción otorgada por el Consejo Municipal de la ciudad de Quetzaltenando, Guatemala, por propuesta de la Universidad de San Carlos, 2018. Doctor Honoris Causa, otorgado por la Universidad Nacional del Altiplano (Puno, Perú) (2019). Elegido “Investigador de Impacto” por concurso del Concytec (Perú) para visitar como investigador la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú (2019), como “reconocimiento por la reconocida trayectoria de investigación a nivel internacional”. El CEDES de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) en el marco del Doctorado en Sostenibilidad crea la Cátedra “Carlos Eduardo Maldonado” en Complejidad y Sostenibilidad (2019). La Comunidad de Pensamiento Complejo crea la Biblioteca Carlos Maldonado “tributo al filósofo colombiano Carlos Eduardo Maldonado: <https://pensamientocomplejo.org/biblioteca/catalogos/biblioteca-carlos-maldonado/> (2020). El Colegio de Morelos, México, decide que el Centro de Investigaciones y Academia de Complejidad lleve el nombre de “Carlos Eduardo Maldonado”, 2020. Investigador Senior, Colciencias (2014-). Senior Member, IEEE.

Tabla de contenidos

Capítulo 1: La (buena) ciencia como (un acto de) rebelión	21
Introducción	22
La educación como rebeldía	26
La ciencia como un acto de apuesta, riesgo y desafío	31
La ciencia nos permite aprender a debatir: reflexiones	36
Ciencia es investigación: un estilo de vida	40
Conclusiones	
Capítulo 2: La educación: un caso conspicuo de rebelión en la ciencia	49
Introducción	
Capítulo 3: ¿Por qué la relación educación-complejidad?	59
Introducción	62
Esbozo de un estado del arte, improvisado	65
Sociología e historia de la ciencia	69
Antropología de la ciencia: un problema	73
Un tema de fondo	74
Explorando las relaciones entre educación y complejidad: una recapitulación	77
Conclusiones abiertas	79
Observación metodológica	80

Capítulo 4: Tres razones de la metamorfosis de las ciencias sociales en el siglo XXI

Introducción	87
Primera razón: el mundo cambió	88
Segunda razón: aparecen nuevas formas de ver, de explicar, por tanto, nuevos métodos y nuevas técnicas	90
Tercera razón: cambió el ecosistema de las ciencias y el conocimiento	92
Sintetizando: ¿Hacia dónde se produce la metamorfosis?	94
Conclusiones abiertas	95

Capítulo 5: Ciencias sociales irregulares

Las ciencias sociales ante un mundo lleno de eventos raros	104
Entendiendo la irregularidad	107
Irregularidad y ecología de saberes	111
Conclusiones abiertas	113

Capítulo 6: Problematizar y pensar para investigar. Pensar y formular problemas en ciencia y en filosofía

Introducción	119
La investigación, revisitada	120
Tener problemas	124
Pensar es pensar sobre problemas. Los problemas complejos	126
La investigación como un ejercicio de pensamiento	128
Conclusiones: nuevamente: ¿qué es pensar?	131

Capítulo 7: ¿Qué significa pensar en el futuro, en complejidad?

Pensar el futuro como un acto de imaginación	138
Pensar lo posible y, mucho mejor, lo imposible	140
La puerta de entrada y el fundamento: el caos	143
Intermezzo: las matemáticas	146
Herramientas para pensar lo posible y trabajar con él	147
Lo posible y lo imposible aunados: cisnes negros	151
Conclusiones	154

Capítulo 8: Cinco modos de hacer buena ciencia

Concebir problemas	162
Resolver problemas	164
Desarrollar modelos	167
Alcanzar una teoría	169
Dar nacimiento a una (nueva) ciencia	172
Conclusiones	174

Capítulo 9: Las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida

El origen y la filosofía de las ciencias de la complejidad: un contraste	184
Qué son y qué hacen los sistemas vivos	190
La vida, un evento raro	194
¿En qué sentido puede decirse que las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida?	199
Conclusiones	204

Capítulo 10: Complejidad y racionalidad en el marco del cambio climático

Introducción	215
Algunos datos clave sobre el cambio climático	216
Racionalidad y cambio climático	218
La complejidad del problema	222
Conclusiones abiertas	224

Tabla y Cuadros

Tabla 1. La asimetría grande entre la gran ciencia y la pequeña ciencia	94
Tabla 2. Modos de ciencia de lo imposible	96
Cuadro No. 1: Un panorama de las lógicas no-clásicas	142
Cuadro No. 2: El descubrimiento de la imposibilidad	148
Cuadro No. 3: Un breve panorama de las metaheurísticas	149
Cuadro No. 4: El panorama de las ciencias de la complejidad <i>modo</i> normal	186

Introducción

Pensar e investigar, cuando se ha convertido –como debe ser– en una forma de vida, no saben de tiempos o espacios. Y, sin embargo, los productos que ocasionalmente van produciendo la investigación y el pensar sí tienen los suyos, específicos, particulares. En la vida de un académico o investigador, sus productos van siendo esparcidos, literalmente, al viento; y el viento transporta las semillas, y unas caen en tierra fértil, otras no tanto, y los tiempos de cosecha se vuelven entonces perfectamente aleatorios y fragmentados. Entre tanto, el proceso continúa: lecturas, apuntes, charlas, publicaciones y demás.

Afortunadamente, en ocasiones surgen buenas circunstancias que permiten sintetizar procesos mientras se avanza en la marcha. Este libro es una de dichas ocasiones. La Editorial “Trepén Ediciones” (= Ediciones Andar Vivo), a través de uno de sus directores, el profesor Rodrigo Espinoza me invitó a publicar un libro cuyas características se ajustan perfectamente a este: *Las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida*. Este es el tema de base o también el hilo conductor a través de diferentes textos que se fueron gestando en momentos y lugares diferentes, pero que, como se verá luego de una lectura atenta, corresponden a una misma unidad de espíritu, a un mismo talante y problema, a saber: pensar la vida, y hacer la posible, tanto como sea imaginable. Ello comporta una serie de criterios, pasos, niveles y consideraciones que son las que se articulan en cada uno de los capítulos de este texto.

Los dos primeros capítulos están tejidos de tal manera que sirven de propedéutica a las ideas que siguen. La idea no es difícil: las ciencias de la complejidad son ciencia revolucionaria, en toda la línea de la palabra. Hablamos de revoluciones científicas gracias a Kuhn y antes que él, gracias también a A. Koyré, a G. Bachelard, y a G. Canguilhem, originariamente.

Existen, evidentemente, diferentes tipos de racionalidad. Pero, por sus consecuencias, la más importante es la ciencia, lo cual quiere decir inmediatamente también a la tecnología. Podemos hablar de tres revoluciones científicas¹. La primera revolución científica dio lugar a la primera y a la segunda revoluciones industriales. Se trató de la ciencia clásica o moderna. La segunda revolución científica –la cuántica, en general–, tuvo o tiene una correspondencia con la tercera revolución industrial que pivota en torno a internet. Finalmente, la tercera revolución científica tiene una correspondencia con la cuarta revolución industrial. No existe una relación uno a uno entre revoluciones científicas y revoluciones industriales.

¹ Cfr. Maldonado, C. E., (2020) *Camino a la complejidad. Revoluciones – científicas e industriales. Investigación en complejidad. Ciudad de Guatemala: Asociación Rujotay Nà'oj*.

Como quiera que sea, la idea de revoluciones científicas no está, en absoluto, distanciada de la idea de revoluciones políticas, sociales, económicas o culturales. El propio Th. Kuhn así lo pone de manifiesto, por ejemplo. Consiguientemente, los dos primeros capítulos de este libro de ciencia como rebelión y de educación como rebelión. Basta echarles una lectura para hacerse a una idea sobre qué se quiere decir. Un buen investigador es alguien que se juega la piel; trátese de un científico, un filósofo o un artista; hombre o mujer.

El tercer capítulo cumple las veces de una estación a partir de los dos primeros. Se trata de recabar las relaciones entre ciencia en general y educación, para lo cual se aportan argumentos provenientes de la antropología de la ciencia, la historia de la ciencia y una política modo complejo. Quiero decir, el tema no va de suyo y ni puede, en absoluto, darse como algo evidente sin más. Para ello, es indispensable que una buena educación no es un tema de destrezas, competencias y habilidades, y manifiestamente no es educación para el mercado. Estas ideas matan la educación, y con ella a la buena investigación y a la buena ciencia o al buen pensar. Pensar, formarse, como vivir, deben ser actos o procesos fructivos. Nunca sobraría subrayarlo: si, según Aristóteles, los seres humanos buscan conocer, es porque conocer produce placer, cuyo término es entonces el de *ágape*; que remite entonces, inmediatamente, a la idea del *Banquete* o el *Símposio* (Platón). Uno sólo se sienta a la mesa con los amigos; esta es la idea de base. Con los indiferentes o los contrincantes las reuniones tienen lugar en otros escenarios. Volvamos a releer ese texto sugestivo de Platón, porque es a él que se refiere la segunda frase de la *Metafísica* de Aristóteles.

Nos encontramos actualmente en medio de una fantástica revolución, digamos, científica. (Digamos, entre paréntesis, puesto que no es el espacio adecuado para justificar el argumento, que en realidad nos encontramos en medio de una crisis civilizatoria, y que estamos asistiendo al nacimiento de una nueva civilización).

Pues bien, el cuarto capítulo se ocupa, siguiendo los hilos de los capítulos precedentes, de la metamorfosis en curso de las ciencias sociales. Se aportan tres razones para esta metamorfosis en curso, lo cual contribuye a entender la especificidad de las ciencias de la complejidad. Pero una larga consideración se impone entonces.

Mi interés de investigación son las ciencias de la complejidad debido, dicho de manera negativa, a cuatro beneficios. Ellas nos permiten superar el dualismo, el determinismo, el reduccionismo y el mecanicismo, que son, o bien las características centrales de la moderna, o bien, los rasgos específicos de la racionalidad de esa civilización que se llama a sí misma como “Occidente”. Dicho de forma general, se trata, de forma muy específica, de superar el dualismo entre ciencia y arte. La dificultad, sin embargo, estriba en comprender dos cosas: de un lado, que las ciencias de la complejidad no tienen

nada que ver con la ciencia clásica; y, de otra parte, que el término mismo de “ciencias de la complejidad” puede prestarse a malentendidos –que son fáciles de resolver pero que demandan algo de tiempo y energía-. Se trata, en efecto, de la creencia de que el nombre se identifica con el lugar.

Ciertamente que las ciencias de la complejidad nacen en y alrededor del Instituto Santa Fe (SFI) en Nuevo México (E.U.). Pero entonces existe la tendencia a creer que las ciencias de la complejidad son única y específicamente aquello que se trabaja en y alrededor del (SFI), sin matices ni distancias. Un sesgo de tipo doctrinal, por lo demás.

Trabajo en ciencias de la complejidad porque permiten superar el dualismo, corresponden a una parte de lo mejor de la investigación de punta en el mundo, pero con el reconocimiento explícito de que hay que evitar el cientificismo. “Ciencias de la complejidad” no son “ciencias”, punto. En otros espacios he dedicado una consideración amplia a las ciencias sociales y humanas. Y de consuno, he escrito tres libros sobre estética y complejidad que están naciendo casi contemporáneamente con este. Uno de ellos, prontamente publicado por “Trepén Ediciones”. La estética merece un lugar propio sobre el cual el (SFI) no sabe nada, ha dicho muy poco, y lo poco que ha dicho ha sido totalmente desafortunado.

En cualquier caso, y esta es mi tesis central, las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida; incluso aunque lo contrario no pueda decirse con igual sentido. Y no hay, en absoluto, fenómeno, sistema o comportamiento de mayor complejidad que la vida o los sistemas vivos. La complejidad puede aquí, inmediatamente, ser entendida como el estudio del más sensible, importante, urgente, apasionante, difícil o significativo de todos los fenómenos, sistemas o comportamientos imaginables. Pues bien, todos y cada uno de los capítulos pivotan alrededor de la tesis enunciada, que es el título de este libro.

El quinto capítulo se concentra en la propuesta de unas ciencias sociales irregulares, dado precisamente uno de los rasgos más sobresalientes de las ciencias de la complejidad: la irregularidad. La contribución específica de este capítulo estriba en contrastar geometrías sometidas (*meeek*), es decir, dóciles y mansas con geometrías libres, emancipadas. Como se observa, el espíritu de los dos primeros capítulos retorna con otro traje y en otra danza, si cabe la figura.

Los capítulos seis y siete tienen como finalidad profundizar sobre las ideas anteriormente presentadas y preparar el terreno para los que vienen. Son si cabe la metáfora, una segunda estación. Los filósofos y científicos son gente rara, en verdad: aman los problemas, y los persiguen. El capítulo seis pone en evidencia lo que es un problema complejo, y de consuno, pone igualmente de manifiesto que la inmensa mayoría de

problema en el mudo o en la vida no son problemas complejos. Ahora, si, como se colige de los capítulos anteriores, la buena educación, la buena investigación y la buena ciencia consisten en un pensar radical, de corte distintivamente rebelde y emancipatorio, es porque lo que está en juego, ulteriormente, es la vida. Como sostenía en otro contexto Nietzsche: la vida nos quiere guerreros; y sin que sea un llamado a una actitud belicista o militarista (si fuera sola o principalmente eso sería todo muy fácil), se trata del reconocimiento expreso de que podemos y debemos pensar lo que nadie ha pensado, descubrir lo que nadie ha descubierto, inventar lo que nadie ha inventado, y claro: hacer lo que nadie ha hecho. La vida en general es creatividad, innovación, creación incesante. Este es el núcleo duro de la complejidad. Ser guerreros significa nunca satisfacernos con el estado de cosas actual, cualquier que él sea. Este llamado interpela por igual a artistas, filósofos, científicos o ingenieros, por ejemplo.

La segunda tesis que sostengo es que las ciencias de la complejidad son ciencias de lo posible, mucho más y muy diferente a ciencia de lo real, lo dado, lo que está-ahí, lo que acaece, por ejemplo. Dicho en el lenguaje de la filosofía: toda la ciencia, la filosofía y la cultura tradicionales fueron filosofía, cultura y ciencia del ser, y pensar el ser es demasiado poco. La realidad se inscribe en la complejidad en un marco mucho más amplio que lo comprende y lo hace posible, a saber: el ámbito de lo posible. De suerte que lo que hacemos los y las complejólog@s es meterle al mundo lo que el mundo no tiene, o ampliar en el mundo lo que es escaso y limitado: posibilidades. Esta es una tarea, por así decirlo, al mismo tiempo epistemológica y ética, política y estética que no encuentra, en absoluto, un parangón en toda la historia de los últimos 2000-2500 años.

Las ciencias de la complejidad no le dan, en absoluto, la espalda a la realidad, en cualquier acepción de la palabra; afirmar lo contrario sería sencillamente supino. Lo real queda inscrito dentro de la dimensión, bastante más amplia y profunda, de lo posible. Ahora bien, aún más amplia y radicalmente, pensar lo posible, trabajar sobre posibilidades implica trabajar también con estructuras, fenómenos, tiempos y circunstancias imposibles. Cabe decir que la imposibilidad es una modalización de lo posible, y así, las ciencias de la complejidad son también ciencias de lo posible y lo imposible. Al fin y al cabo, lo mejor de la investigación de punta señala en esta dirección. Esta idea aparece en el capítulo siete y permea entonces a varios otros capítulos, antes y después.

El capítulo octavo plantea, si cabe, el deber ser –al mismo tiempo epistemológico y ético- de lo que ya anuncia este libro desde el primer capítulo; esto es, qué es la buena ciencia, la buena educación, la buena investigación. La carga, como se aprecia sin dificultad, está en el adjetivo. Son cinco los pasos, no necesariamente secuenciales que permiten identificar a un buen pensador o investigador –filósofo, científico, ingeniero

o artista, por ejemplo-.

Pues bien, es sobre esta base que entonces nos abocamos a la tesis central de este libro, que está presente en el capítulo noveno. Finalmente, el último capítulo, el décimo, puede ser visto como una ilustración de todo lo que antecede y como una forma de estudio puntual, hoy, en el marco de la crisis civilizatoria a la que nos hemos visto abocados; pero con ello, entonces, a la emergencia de una nueva civilización.

Nadie puede pensar la vida, explicarla y esforzarse por hacerla posible sin una carga de optimismo. Así, las ciencias de la complejidad comportan un espíritu de optimismo, y es lo que resalta, sin ninguna ambigüedad, a partir, dicho –puntualmente, del último capítulo. Si el sentido de la educación y la investigación es de lo conocido hacia lo desconocido, asimismo, el sentido de los sistemas vivos consiste en una exploración incesante de nuevos escenarios, tiempos y espacios. La vida en general es creación de mundos nuevos, de posibilidades inexploradas. En fin, de imposibilidades nunca antes previstas o predichas. La función de la mente –y la mente no es única ni principalmente un acontecimiento humano-, consiste en resolver problemas, y la mente resuelve problemas creando nuevos mundos.

* * *

Este libro es una unidad orgánica compuesta por textos que nacieron en espacios y tiempos diferentes, como se decía al inicio.

El primer capítulo fue un artículo originalmente publicado en la revista *Pacarina del Sur*; este es su origen: (2020) “La (buena) ciencia como (un acto de) rebelión”, en: *Pacarina del Sur* [En línea], año 11, núm. 41, octubre-diciembre, 2019; disponible en: <http://pacarinadelsur.com/home/utopias/1820-la-buena-ciencia-como-un-acto-de-rebelion>.

El segundo capítulo, fue publicado en el 2019 en la revista *Praxis Pedagógica*, 19(24), 1-8; <http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.19.24.2019.1-8>.

El tercer capítulo es inédito.

El cuarto, apareció en el 2019 en la revista *Cinta Moebio* 64: 114-122, ISSN 0717-554X; doi: 10.4067/S0717-554X2019000100114; disponible en: <https://cintade-moebio.uchile.cl>.

El quinto apareció en la segunda mitad del 2020 también en la revista *Cinta de Moebio* 68: 146-155; doi: <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2020000200146>; disponible en: <file:///C:/Users/cemca/Downloads/58586-193-199852-1-10-20200914.pdf>.

El sexto, es un capítulo originariamente publicado como capítulo de libro en el 2018, en: M. L. Eschenhaguen, G. Vélez-Cuartas, C. E. Maldonado, G. Guerrero (Eds.), *Construcción de problemas de investigación: diálogo entre el interior y el exterior*. Medellín: Ed. Universidad de Antioquia-UPB, pp. 49-65.

El séptimo capítulo, al igual que el octavo, son inéditos.

El noveno apareció en el 2019 en: *Biocomplejidad: Facetas y tendencias* (Villegas Ivey, M., Caballero Coronado, L., Vizvaya Xilotol, E, (Coords.), México: Copit-arXives, págs. 257-280. El décimo y último capítulo es igualmente inédito.

En resumen, cuatro textos son inéditos y seis han sido publicados. He modificado el orden de los que han sido publicados para conformar una unidad en este libro. No obstante, cada capítulo tiene su propia bibliografía, y en muchas ocasiones una introducción y unas conclusiones abiertas que permanecen, siempre, abiertas. Cuando ha sido el caso de artículos, he suprimido los resúmenes y palabras clave. Asimismo, he enumerado las tablas y cuadros para darles continuidad.

Capítulo 1

LA (BUENA) CIENCIA COMO (UN ACTO DE) REBELIÓN

Introducción

Alrededor del mundo, no sin buenas justificaciones se promueven, en toda la línea de la palabra, políticas de ciencia y tecnología, acaso igualmente llamadas políticas de investigación y desarrollo. Son numerosos los países que tienen un ministerio de ciencia y tecnología, con algunas variantes en sus denominaciones, y los planes de desarrollo de cada gobierno parecen darle una importancia creciente al tema. Como denominador común, la promoción de políticas de ciencia y tecnología conforman - ¡deberían conformar! - una sola cosa con políticas educativas en toda la línea de la palabra. La importancia del conocimiento obliga, necesariamente, a tener en cuenta, al mismo tiempo y de forma paralela a las políticas culturales (Sabbagh, 2017). Ahora bien, de manera generalizada la justificación en todos los países acerca de la importancia de la ciencia y la tecnología estriba en factores de desarrollo, así: desarrollo económico, desarrollo social, desarrollo humano. He aquí un serio problema.

Es indudable que la ciencia en general implica más y mejores condiciones de vida, mayor calidad de vida y mayor dignidad en la sociedad. Pero esa justificación –siempre de tipo oficial, institucional, gubernamental, intergubernamental e incluso de organismos multilaterales-, oculta (¿deliberadamente?) aquello de lo cual en realidad se trata a propósito de la ciencia, a saber: de libertad, de autonomía, de independencia, y más radialmente, de rebelión. Este artículo se concentra en este aspecto.

La ciencia –mejor aún, la buena ciencia- es un ejercicio de rebeldía: esta es la tesis de este artículo. Los argumentos que sostienen a la tesis son cuatro, así: en primer lugar, la educación en ciencia en general debe ser entendida como educación en la rebeldía. Los niños y los jóvenes deben poder ser cuestionadores del mundo, del status quo, de las cosas dadas. El segundo argumento afirma que las comunidades científicas, a diferencia de la comunidad académica, se caracteriza por una fuerte capacidad de apuesta, de riesgo, incluso de ludopatía. Tal es el caso, particularmente cuando se trata de investigación de punta (*spearhead science*). Seguidamente, se argumenta que la lógica de la

investigación científica se caracteriza por un espíritu de debate y emulación antes que de acuerdos y pactos. El contraste con el mundo de los intereses prácticos es radical. Finalmente, el cuarto argumento sostiene que la ciencia es un estilo de vida, y, por tanto, bastante más que una ocupación, un oficio o una profesión. Esto implica una reconfiguración de la investigación. Al final se extraen algunas conclusiones.

La educación como rebeldía

Existe en inglés una diferencia que no hay en español. Se trata de la distinción entre *education* y *formation*. La primera hace referencia al pregrado (y claro, implícitamente incluye también a la primaria y al bachillerato). La segunda se refiere a la maestría y el doctorado (y puede, por extensión, acoger al postdoctorado). Así, alguien se forma en un campo y lugar, pero se educa en otro(s). Pues bien, aquí hablaremos de formación en ciencia, qué es lo que sucede, de manera puntual, en un doctorado, pues el doctorado forma investigadores. El investigador es, hoy por hoy, el nombre para el científico. Esta sección es el resultado de experiencias personales y de universidades alrededor del mundo. Su talante es prescriptivo: cómo debería ser la educación en ciencia.

Es imposible una política de ciencia y tecnología sin, al mismo tiempo y como condición, establecer una política educativa fuertemente inclinada hacia la investigación, la creatividad, la capacidad de reflexión y la capacidad de juego y experimentación. Ciencia implica y exige educación de calidad, crítica, no memorística ni doctrinaria.

Cuando surge la primera forma de ciencia en Occidente –eso que se denominaba como *episteme* (que era más y diferente sencillamente a la ciencia y a la filosofía)- es gracias a la desaparición de la Tiranía de los Treinta, el advenimiento de la democracia, los gobiernos de Solón y de Pericles; esto es, en el tránsito de la Grecia arcaica a la Grecia clásica. Así, la ciencia demanda condiciones de democracia y al mismo tiempo promueve condiciones de democracia. Entonces Sócrates, muy notablemente, pue-

de ir cuestionando a los sofistas, a los lugares comunes, a los saberes circulantes, en fin, a la autoridad de cualquier tipo. Y también, claro, Sócrates, concomitantemente, inaugura la ironía y el sarcasmo como métodos de indagación (Vlastos, 1991). Subrayemos esto: la ironía y el sarcasmo, la capacidad de risa y el humor –fino tanto como negro- forman parte de la inteligencia del científico que se contrapone a los poderes de cualquier tipo, siempre graves y adustos.

La formación en ciencia consiste en la formación de estudiantes con un suficiente bagaje de la historia de los problemas, pero con un conocimiento robusto en el estado-del-arte, de suerte que tengan todas las condiciones para poder ser creativos. La creatividad es la antípoda de una educación doctrinaria, centrada en aspectos como un mito fundacional, un acatamiento de ritos, la aceptación de autoridades, de ayer o de hoy.

Sin embargo, aún más importante, se trata de formar estudiantes críticos, siempre esencialmente críticos, que entiendan que sólo el propio razonamiento, la observación de los hechos, y el procesamiento sólido de buenos datos son criterios necesarios para poder hablar de “verdad” o de “falsedad”, o de los matices y gradientes entre ambos.

Un buen estudiante de ciencias debe serlo como de filosofía, humanidades o artes. Las diferencias son sólo técnicas en cada campo, pero ello no debe conducir a la idea, errónea, de compartimentos de conocimiento – ciencias y disciplinas. Es fundamental romper los criterios analíticos, esto es, compartimentadores y segmentadores, que hacen creer que existen campos o áreas de conocimiento. Por el contrario, el acento debe situarse en los problemas: los problemas que no se han resuelto en la historia, los problemas que definen el presente.

Bien entendida, la metodología de la investigación científica consiste en el estudio y aprendizaje de *estructuras mentales*; esto es, por ejemplo, cómo es pensar como Galileo

o como Newton, como Pasteur o como Koch, como Einstein o como Planck, como Prigogine o como Feynman, por ejemplo. Así, contrariamente a la creencia más difundida, la metodología de la investigación científica es todo lo contrario al estudio y aprendizaje de técnicas de investigación. Desde este punto de vista la metodología es una sola y misma cosa con la filosofía de la ciencia desde el punto de vista de la formación de un espíritu crítico, riguroso, pero también abierto.

La ciencia contemporánea de punta ya no pontifica; esto es, ya ni le pone techo al conocimiento, de un lado, ni por otra parte sostiene que tal o cual cosa es así taxativa y concluyentemente y que no puede ser de otra manera. En radical contraste, el estudiante debe poder aprender que la verdad es una sola y misma cosa con la investigación, y que, por consiguiente, un buen científico habla, por ejemplo, de la siguiente forma: “hasta donde se sabe”, “se ha llegado a la conclusión que x , pero no es definitivo”, “creemos que” y otras expresiones próximas y semejantes.

La educación debe descansar enteramente en el proceso mismo de la niñez y la juventud, esto es, en su curiosidad. Un joven sano e inteligente es alguien curioso y deseoso de saber y preguntar y no contentarse con la primera respuesta. La buena educación no destaca competencias, destrezas y habilidades, sino curiosidad y duda, alegría y mucho entusiasmo, y más deseo de aprender y de estudiar, de comprender y de explicar los fenómenos del mundo, la naturaleza y el universo. Ahora bien, la curiosidad se alimenta de la imaginación y a su vez es modelada por actos ideatorios. Imaginar posibilidades, pensar las cosas que suceden y han acontecido reconociendo que siempre pudieron haber sido distintas, y que la escritura de la ciencia es un proceso inacabado y en incesante perfeccionamiento.

Ahora bien, la ciencia acontece, a través, y en la forma misma de revoluciones, genéricamente revoluciones científicas. Es claro que toda revolución científica consiste en el rechazo de la tradición y que implica procesos sociales, culturales e incluso políticos. El buen científico ha sido siempre un rebelde, en ciencia, en filosofía o en las artes y

humanidades. No de otra manera se puede ser verdaderamente creativo.

Pero de forma singular, el estudiante debe poder plantearse de entrada que en el curso de su formación como científico debe poder llevar a cabo contribuciones al campo mismo del conocimiento en el que se formó. Esta es quizás la diferencia más radical – diferencia, no oposición- entre la comunidad académica y la comunidad científica. La historia de los “grandes” consiste exactamente en el hecho de que han llevado a cabo contribuciones *por lo menos* al área en el que se formaron.

El rigor científico y la imaginación no son incompatibles. Así, un científico libre - ¡libre! - es alguien que conoce y trabaja con experimentos mentales antes que con el dominio de técnicas (de cualquier índole). Los experimentos mentales son, sin lugar a duda, la *conditio sine qua non* – de un científico, un filósofo, un pensador. Se trata, específicamente, de la capacidad de imaginar que las cosas pueden ser de otra forma que como han sido o como actualmente son. De hecho, toda la historia de las ciencias descansa, ulteriormente, en la capacidad de llevar a cabo experimentos mentales, un tema que, sin embargo, no aparece, para nada, en el primer plano en la formación y el trabajo de investigadores. Los experimentos mentales son actos ideatorios, juegos de imaginación y fantasía esencialmente creativos, no simplemente asociativos, mediante los cuales nos damos a la tarea de concebirle posibilidades antes inimaginables a los comportamientos y las estructuras que observamos en la realidad. Los experimentos mentales incluyen, *latu sensu*, la capacidad onírica del investigador. Desde la caída de cuerpos libres o el movimiento del péndulo en Galileo, hasta los viajes de los gemelos de Einstein; desde la organización de la tabla periódica por parte de Mendeléiev, hasta el demonio de Maxwell; desde la radiación y el principio de exclusión de Pauli, hasta el sueño de Kekulé, desde el gato de Schrödinger, hasta el hotel de Hilbert, por mencionar tan sólo algunos casos (Fischer, 2016).

La historia de la ciencia está plagada de ejemplos de dos hechos:

- i) Nadie ha descubierto nada en lo que venía trabajando; todo descubrimiento científico, en el sentido amplio e incluyente de la palabra, sucede en las proximidades o en las vecindades de aquello en lo que se venía trabajando; y
- ii) Todo gran descubrimiento en la investigación sucede usualmente por azar (Roberts, 2013).

De suerte que una buena educación en ciencia incluye una estructura de mente abierta al azar, a lo imprevisible, a lo inesperado. Contra el positivismo, que es esencialmente domador, el azar es quizás la mejor maestra, justamente contra la idea de determinismo de cualquier índole, de reduccionismo de cualquier clase, y de mecanicismo de cualquier tipo. Un buen científico es ante todo un científico *libre* – de prejuicios, de métodos, de constricciones y restricciones. Habitualmente la ciencia se hace incluso contra, o a pesar, de las instituciones científicas. No es suficiente con esperar a que haya condiciones para hacer buena ciencia; se pueden crear las condiciones. El ejercicio de la buena ciencia es ante todo un ejercicio libre y radical del pensamiento y la constitución de redes de cooperación en toda la línea de la palabra.

La ciencia como un acto de apuesta, riesgo y desafío

Hacer ciencia es sumamente difícil, ya que en ciencia no existe medalla de plata, medalla de bronce, premio de participación o premio de consolación. La razón estriba en que, en buena ciencia, es imposible pensar lo pensado, descubrir lo que ya se ha descubierto, inventar lo ya inventado. Hay dos formas puntuales como recientemente hemos aprendido este ejercicio: hacer buena ciencia consiste en buscar y trabajar con cisnes negros (Taleb, 2008), tanto como trabajar y concentrarse en eventos raros (Maldonado, 2016).

La idea misma de ciencia implica la de revolución, por ejemplo, la de revoluciones científicas. Así fue desde la lectura clásica de la primera revolución científica (cuatro siglos, desde Galileo hasta Einstein y que incluye a Vesalius o Pasteur, entre otros) la de la ciencia clásica o moderna, hasta la fecha, y que incluye a la segunda revolución científica (la teoría cuántica, y que va desde agosto de 1900 hasta la fecha) y la tercera revolución científica (la ciencia de la información, y que va desde el artículo de Shannon y Weaver de 1949, hasta la fecha y que incluye a la computación cuántica).

Es suficientemente sabido, ya desde Kuhn y otros, que toda revolución científica implica, es, también una revolución política – social y cultural. Pues bien, las revoluciones científicas en general son el resultado de mentes verdaderamente libres, que osan levantarse contra la tradición y el presente, y que arriesgan todo – nombre, prestigio, trabajo, vida personal, y demás-, por las ideas en las que creen y en las que trabajan. Ahora bien, este rasgo general se aprecia, si cabe la expresión, también fractalmente en los investigadores de punta que, en cada momento, ciencia, disciplina y país, han contribuido activa, pero literalmente, a ampliar las fronteras del conocimiento. “Correr las fronteras”, se dice genéricamente en la jerga de la ciencia.

Los científicos de punta, aquellos que contribuyen activamente: a) al conocimiento en la base de la sociedad; b) a ampliar las fronteras de la ciencia, se caracterizan por una alta capacidad de desafío, de apuesta, algo que ya ha sido puesto de manifiesto hace tiempo (Simon, 1977; Klahr and Simon, 2001). En otras palabras, por una fuerte capacidad de autonomía e independencia.

Digámoslo sin ambages: la ciencia consiste en un trabajo de rebeldía, mucho más que de resistencia, de subversión y de emancipación. Hacer ciencia consiste, simple y llanamente, en preocuparse por el futuro – pensar el futuro, investigar y concebir problemas de cara al futuro; así, incluso, aunque se haga ciencia del pasado (historia, arqueología, paleontología y otras). Mientras que la religión es una preocupación por el pasado, la ciencia consiste en una preocupación y un compromiso con el futuro.

En otras palabras, la ciencia es una de esas manifestaciones del espíritu humano que consiste en el reconocimiento, más explícito que tácito, de que la realidad es fea por vulgar, y que la realidad en general merece ser cambiada, re-interpretada, re-concebida, en fin, transformada. Y nada transforma tanto a la realidad como una nueva teoría, en fin, un nuevo modelo explicativo y comprensivo. La ciencia, esto es, la buena ciencia, no es simple y llanamente otra cosa que una transformación del mundo y de la realidad. Esta transformación se lleva a cabo a través de dos vías principales, así:

- a) Por medio de modelos explicativos y teorías;
- b) A través de las tecnologías, dado que la tecnología en general no es otra cosa que ciencia aplicada.

Dicho en otras palabras, sin ambages, los hombres y mujeres de ciencia son mujeres y hombres de acción: la ciencia es algo con lo cual se actúa en el mundo. De esta suerte, como se aprecia, el concepto de acción se amplía y se enriquece, comparativamente con la imagen habitual de los activistas de todo tipo (incluidos los hacktivistas, activistas cada vez más importantes en el contexto de la sociedad de la información, del conocimiento y de redes).

De forma más explícita, la ciencia en general no consiste simplemente en una cosmovisión (*Weltanschauung*), sino, es una forma de acción en el mundo. Exactamente, es una forma de acción emancipatoria y rebelde en el mundo. Con una condición: cuando es *buena* ciencia, esto es, ciencia de punta, ciencia revolucionaria, para decirlo con Th. Kuhn.

Y es que hacer ciencia en general es (relativamente) fácil. Lo difícil es hacer *buena* ciencia: algo que se dice fácil pero que es extremadamente difícil de llevar a cabo. Es justamente la buena ciencia aquella que contribuye activamente a la comprensión del mundo y de la realidad, y la que exactamente amplía las fronteras del conocimiento. En la cuarta sección ampliaremos esta idea.

Pues bien, lo que menos existe en general es la capacidad de llevar a cabo síntesis teóricas magníficas, o lo que es equivalente, la posibilidad de hacer buena ciencia *con* filosofía, que fue exactamente lo que aconteció en los orígenes de cada una de las tres revoluciones científicas (Turok, 2015; Hands, 2017). Digámoslo de manera franca y directa: la *buena* ciencia es ciencia *con* filosofía. Algo que la especialización, la sub, y la hiper-especialización en la gran mayoría de las investigaciones aún ignora. Contra todas las apariencias, la gran mayoría de académicos y científicos publican, participan en numerosos eventos, contribuyen incluso al “desarrollo humano y social” (*horribile dictum*), pero no por ello hacen *buena* ciencia. Simple y llanamente su capacidad de apuesta, de riesgo, de desafío es baja o nula. Son académicos y científicos adaptados al establecimiento y cooptados por el capital. No en vano, como es sabido, recientemente hemos aprendido el concepto y la práctica del capitalismo académico (Slaughter and Leslie, 1999; Slaughter and Rhoades, 2009; Münch, 2014; Cantwell *et al.*, 2014).

El capitalismo académico consiste en la adopción –habitualmente de forma acrítica- de conceptos como: rankings, acreditaciones (nacionales e internacionales), publicaciones de alto impacto, emprendimiento, excelencia académica y otros próximos y semejantes que designan a la vida académica y científica normales; esto es, estandarizadas e institucionalizadas. Pues bien, esta es la clase de trabajo y de vida que se contraponen frontalmente a la ciencia como rebelión. Aquella es ciencia cooptada, neutralizada, corporativizada, que se refuerza positivamente a sí misma a través de redes de conocimiento y de financiamiento, y que nada sabe ni quiere saber de liberación, crítica, emancipación, independencia, criterio propio o libertad. Toda la gente y el mundo del capitalismo académico apuesta poco, asegura lo que tiene, alcanza lo que puede, se acomoda a lo que hay, y no cuestiona ni critica para nada; en el mejor de los casos hacen academia y ciencia minimalista – exactamente en el sentido que el concepto tiene en arte y en estética.

También en la academia como en ciencia lo que menos hay es gente libre. La mayoría

se ha convertido sencillamente en empleados. Y piensan corporativa o institucionalmente; es decir, no piensan por sí mismos. Obedecen, acatan, son leales y no causan problemas. Y cuando los causan, callan y se corrigen; a menos que, claro, los expulsen.

La imagen institucionalizada –por parte de universidades que juegan a los rankings, a gestores del conocimiento que juegan a los indicadores, por parte de ministerios y gobiernos que juegan a las macro-políticas de ciencia y tecnología-, de la ciencia se define por cualquier idea de “desarrollo”, pero no de liberación, crítica y emancipación.

Sócrates fue acusado por impiedad por dos personajes oscuros entregados al poder: Anito y Melito; Galileo fue juzgado por el jesuita R. Bellarmino, el mismo que llevo a la pira a G. Bruno; ni cristianos ni judíos querían ni favorecieron jamás a B. Spinoza; M. Planck publicó el famoso *paper* que da origen a la física cuántica en 1900, pero nadie le puso atención hasta que un joven “don nadie” en la época, funcionario de la oficina de patentes llamó la atención sobre él: Einstein; D. Bohm fue llevado ante el Gran Jurado en medio del macartismo por acusaciones de pertenecer al partido comunista, cosa que nunca lo fue, y perdió su cátedra en la Universidad de Princeton; H. Everett escribe su tesis doctoral en la que introduce la interpretación de los muchos mundos (*many-world interpretation*), pero nadie le puso atención a pesar de haberse graduado y termina trabajando en cualquier cosa menos en su campo; al cabo, existe casi una unanimidad en la comunidad científica acerca de lo brillante de su idea; R. Feynman desarrolla las ideas que lo conducirán al premio nobel por sus contribuciones a la electrodinámica cuántica en la ciudad de Río de Janeiro, mientras adelantaba un post-doctorado, debido a dramas personales y a dificultades académicas en los E. U. en su momento; L. Margulis vio rechazado su artículo sobre endosimbiosis durante doce años por parte de diferentes revistas y eso pudo haber impedido, al cabo, que ganara el premio nobel; pero se mantuvo en su eje y finalmente nadie desconoce la valía de su teoría. Los ejemplos se pueden multiplicar sin ninguna dificultad en números campos y áreas del conocimiento.

En todos los casos, lo que se destaca es una complejidad psicológica apasionante propia de los “grandes” (Feist, 2006): una enorme confianza en sí mismos, una gran capacidad de resistencia frente a la ciencia normal, hegemónica e institucionalizada, una capacidad de trabajo y de pasión de investigación sin iguales, una ilimitada capacidad de apuesta y de riesgo, un afán de desafío que no claudica, entre otros rasgos determinantes de científicos revolucionarios. Es decir, de *buenos* científicos.

En ciencia, como en la vida, jamás hay garantías ni seguridades. Todo implica de entrada siempre necesariamente incertidumbre, y mucho riesgo y desafío. Al fin y al cabo, la investigación científica se caracteriza por tres rasgos que son los siguientes:

- La investigación científica es inversión a fondo perdido
- La investigación científica es inversión a largo plazo
- La investigación científica es inversión de alto riesgo

Como se aprecia fácilmente, el apoyo a la investigación científica es la excepción y no la regla. Pensar y vivir a fondo perdido, a largo plazo y con alto riesgo son características de estilos de vida de gente verdaderamente libre. Incluso alguien tan comprometido con el *establishment* en su momento como W. von Braun sostenía: “Yo sólo hago investigación cuando no sé a dónde voy con lo que hago”. Von Braun: alguien a quien el nazismo no terminó de escuchar del todo, alguien a quien el Departamento de Estado cooptó todo lo que pudo, terminó siendo siempre alguien libre, según parece.

La ciencia nos permite aprender a debatir: reflexiones

El mundo de los intereses prácticos –economía, finanzas, negocios, administración, política- está construido a partir de acuerdos, pactos, convenios, mayorías y consensos. Precisamente por ello en política no hay amigos, y en economía y negocios en general, sólo hay socios. El mundo de los intereses prácticos disocia el mundo social y

disuelve el convivio.

Por el contrario, la ciencia se hace con base en debate, argumentación y contra-argumentación, pruebas y refutaciones, conjeturas y demostraciones, y en mucha crítica. En ciencia no existen las mayorías, y sí, de un lado, una fuerte convicción, y, de otra parte, una construcción incesante, nunca acabada e imperfecta y cambiante de objetividad, sin arribar jamás a una última palabra, hoy.

Y, sin embargo, en general, sorpresivamente, existe mucho colegaje y, sobre todo, amistad en el mundo de la comunidad científica. Pues los, en ocasiones, muy fuertes debates, no son jamás personales, sino eminentemente argumentativos. La ciencia clásica se hizo, usando la conocida metáfora, “sobre hombros de gigantes”. La ciencia contemporánea de punta se hace con base en redes y procesos cooperativos. Redes de conocimiento, redes de escritura, redes de aprendizaje recíproco. Esta es la diferencia radical entre la formación y el trabajo en ciencia, y la formación y el trabajo en eso que eufemísticamente se llaman los “tomadores de decisión” (*sic*).

La ciencia en general requiere de condiciones de democracia para hacerse posible, pero también es cierto que genera las condiciones de su propia aparición y sostenimiento. La gran dificultad para la existencia de la ciencia es justamente el mundo de los intereses, del poder, los dogmas y las doctrinas, todos, nombre de un solo y mismo fenómeno.

Por definición los poderes solo saben de sí mismos, esto es, justamente, de sus propios intereses, y nunca, o muy difícilmente, saben del mundo en general. Análogamente, los dogmas y las doctrinas son eminentemente tautológicas, auto-referenciales, y gustan trabajar siempre, consiguientemente, con definiciones. Como le gustaba decir a Einstein: cualquier cantidad de confirmaciones de una observación, una hipótesis o una conjetura jamás serán suficientes para sostener que se tiene razón; pero una sola contraprueba o refutación será suficiente para reconocer que se estaba equivocado.

En ciencia aprendemos el que quizás es el elemento más radical de la democracia, en sentido filosófico: la objetividad consiste en la intersubjetividad.

En efecto, sólo el tirano define la realidad desde sí mismo; y tiranos los hay con muchos ropajes y con diferentes banderas, ayer tanto como hoy. En ciencia, lo verdadero, la objetividad de un fenómeno es el resultado de construcciones argumentativas que tienen ciertamente una fuente pero que se construyen y se sostienen mancomunadamente, en redes de confirmación o de refutaciones. Así, por ejemplo, el congreso mundial de biología en el año 2011 estableció que no había absolutamente ningún problema con que se adoptara la lectura de Darwin, o bien la de Laplace en la comprensión de la evolución, reconociendo las especificidades de cada una; anteriormente, en la historia, las comprensiones de Laplace y de Darwin era opuestas y contradictorias. Asimismo, en otro plano, el congreso mundial de astronomía estableció en el año 2015 que Plutón no era un planeta, sino un gran asteroide, y así Plutón, que había sido considerado hasta la fecha un planeta, en los límites del Cinturón de Kuiper, perdió su estatuto. Numerosos otros ejemplos en otros campos pueden aportarse.

De esta suerte, la objetividad es la propia intersubjetividad, pero una intersubjetividad calificada, crítica, reflexiva, y abierta siempre a que las cosas puedan ser de otra manera que como son o como aparecen. Esto permite una consideración adicional.

Prigogine y Stengers sostienen, con toda razón, que la modernidad es la continuación de la Edad Media por otros medios. Así, la ciencia clásica es la prolongación del pensamiento medieval (= teología) con otros lenguajes y por otros caminos. Pues bien, la ciencia clásica elabora teorías completas y afirma que las cosas son de tal manera y que no pueden serlo de otra manera. Consiguientemente, la ciencia moderna es ese tipo de mentalidad de pontifica: de un lado le pone techo al conocimiento, y, de otra parte, afirma que las cosas son como lo han establecido las teorías o las explicaciones pertinentes y que es imposible que sean de otra forma. Aún persisten universidades pontificias, y en ellas el conocimiento tiene un techo (la teología), y se promociona

fuertemente saberes disciplinados, en toda la línea de la palabra. Esas universidades son rezagos del pasado o bien, en el mejor de los casos, de ciencia normal (Th. Kuhn).

La ciencia es un ejercicio incesante de rebelión porque la “verdad” es un proceso de construcción permanente e inacabado, en disputa y que no termina de consolidarse o de concluir. “Verdad” en la buena ciencia de punta se dice: “investigación”, y por definición la investigación es un proceso en marcha continua, abierto a la formación de nuevas generaciones que lograrán mejores frutos que lo que se ha alcanzado hasta la fecha, que sabe que lo que se ha logrado era inimaginable en el pasado, pero que está abierto siempre a disputas, deliberación, confrontación, revisión, en fin, justamente; investigación.

Manifiestamente que cada generación reinventa la historia y la reescribe, permanentemente. La historia no cesa de re-escribirse, pero cada proceso de re-escritura al mismo tiempo que reconsidera lo previamente dicho, arroja nuevas y distintas luces sobre el objeto de trabajo o en consideración. La historia es un proceso inacabado, y cada época, con los logros del conocimiento, permite más y mejores comprensiones que las que se habían alcanzado hasta el momento. Precisamente por ello la historia es una ciencia políticamente incorrecta; y con ella, naturalmente, la historia de la ciencia.

Los debates en ciencia son en ocasiones venenosos². Pero por regla general se trata de debates que promueven la agudeza de la inteligencia y el ingenio y que los requieren, pues se fundan y se vehiculan a través de argumentos, publicaciones y contra-publicaciones, eventos, seminarios y coloquios; en ocasiones requieren demostraciones incluso, y se prolongan generalmente en el tiempo. El más famoso de estos debates in-

2 *Tres ejemplos distintos son, de un lado, el debate que M. Gell-Mann sostuvo con I. Prigogine; el debate lo ganó políticamente Gell-Mann, pero científicamente lo ganó Prigogine. De otra parte, existe el debate casi a muerte entre K. Popper y I. Lakatos. En ese debate estuvo siempre mediando, incluso como lazarillo Th. Kuhn. Adicionalmente, cabe mencionar también el debate agudo e imperdonable de punta y punta, entre Lenin y Lukacs. Nuevamente, el debate lo ganó políticamente Lenin, pero histórica, filosófica y científicamente lo ganó Lukacs. Según parece, a veces hay peleas que vale la pena perder. Numerosos otros ejemplos pueden aportarse sin dificultad.*

teligentes, terribles, pero nunca personales en la historia reciente de la ciencia fue justamente el debate entre Einstein y Bohr. Ninguno de ellos logró finalmente demostrar que el otro estaba equivocado; sólo la muerte interrumpió ese debate de inteligencias. Pero siempre, siempre, en la génesis, están los diálogos de Sócrates, en la Grecia antigua, con Trasímaco, Glaucón, Lisis, y muchos más. Un debate que fue interrumpido por razones extracientíficas debido a la intromisión vulgar y de poder de Anito y de Melito, en nombre de “la buena institucionalidad” (Medrano, 1998).

Debatir con argumentos de todo tipo; entender que la contraparte puede llegar con descubrimientos, experimentos, ideas y logros que no se habían anticipado. Todo esto hace que en ciencia en general, el debate se lleve a cabo siempre con los mejores argumentos disponibles porque quizás no pueda haber una segunda oportunidad. Muchas veces, como ha sido el caso, la primera publicación implica llevarse los premios y ganar el reconocimiento. Demorarse en publicar puede ser una derrota fatal.

En este sentido, la buena ciencia se lleva a cabo particularmente por escrito, sin que se menosprecie jamás el valor de la palabra hablada. Mientras que el derecho, la política y los negocios se fundan ampliamente en la retórica, la ciencia se expresa y existe en textos escritos. La verdad, no es que impere el *publish or perish*, que es en realidad un fenómeno superficial porque es simplemente laboral o administrativo. Lo que impera en verdad es el *publish first, or perish*. Toda la historia de la ciencia del siglo XX y lo que va del XXI consiste puede resumirse en este problema.

La investigación sólo existe si está publicada; pero no basta con que se publique; debe estarlo, además, en un nivel y en un canal idóneo. Pero por encima de todo, debe estar publicada primero, antes que los demás, antes que los contrincantes o rivales o colegas. Precisamente en esto consiste el hecho de que en ciencia sólo hay medalla de oro, punto.

El asunto se torna muy difícil. Pues nunca hay garantías, y ciertamente no de ante-

mano³.

En ciencia el debate ulteriormente se lleva a cabo en la escritura.

Ciencia es investigación: un estilo de vida

La mayoría de los investigadores no investigan: simplemente hacen la tarea. Por esta razón lo que abunda en el mundo hoy por hoy es mucha ciencia, pero poca *buena* ciencia. En otras palabras, lo que se aprecia sin ninguna dificultad es que existe una profusión impresionante –geométrica-, en realidad, de publicaciones alrededor del mundo, pero la infinita mayoría de estas publicaciones son minimalistas por técnicas. Esto es precisamente buena ciencia. Ya lo ponía de manifiesto, en su época Kuhn (1964): aproximadamente por cada diecisiete avances técnicos o tecnológicos hay (= había) una revolución teórica. Hoy la proporción ha aumentado considerablemente en favor de las revoluciones técnicas y/o tecnológicas sobre las teóricas o conceptuales.

Más exactamente, no por publicar –un artículo, un capítulo de libro, un libro, por ejemplo-, se es investigador. Y a fortiori, mucho menos científico – o filósofo. (No que haya que ser científicos, o filósofos, naturalmente). El buen científico es alguien que apuesta, y apuesta en grande; alguien que desafía y tiene rasgos fuertes de ludopatía (Maldonado, 2018), y fundamentalmente alguien libre – radicalmente libre: con criterio propio, con independencia, con mucha autonomía. En otras palabras, ninguna es una *buena* investigación –no simplemente un producto de la investigación- si esa investigación no *transforma* al investigador; por lo menos.

Sucede algo análogo a la salud: nadie se cura verdaderamente de una enfermedad si no

3 De acuerdo con la es quizás la revista más prestigiosa en el área, *Scientometrics*, todo artículo que se publica en una revista 1A ha sido rechazado antes en promedio siete veces. (Se trata, muy particularmente de revistas como *Science* o *Nature*, por ejemplo). Y ese mismo artículo tiene como promedio máximo tan sólo seis o siete lecturas y en el mejor de los casos, citaciones.

se transforma a sí mismo. De lo contrario, la enfermedad volverá a emerger – esa u otra enfermedad y la persona, al cabo, termina por sucumbir.

Nadie enseña a pensar a nadie. Y manifiestamente nadie hace libre a nadie si cada quien no busca por sí mismo(a) su libertad. La libertad no es un regalo, sino una conquista desde dentro. Pues bien, en eso consiste la ciencia como emancipación, como rebeldía (Dyson, 2008), como un proceso de independencia.

La verdad es que la gran mayoría de académicos e investigadores están prisioneros del *publish or perish*, que es, en realidad, la forma de mantener a la comunidad académica y a la comunidad científica ocupadas, para que hagan tareas y realicen informes, y así, no piensen. Existe, hoy por hoy, mucho conocimiento, pero muy poco pensamiento – esto es, pensamiento crítico, liberador.

Recabemos en esto: la buena ciencia consiste, de plano en plano, de un extremo al otro, en el rechazo de cualquier tipo de autoridad, en una enorme y muy nutrida capacidad de duda (*skepsis*), y en aceptar la incertidumbre. El escepticismo, esa herramienta fructífera contra los dogmatismos, los pragmatismos de cualquier índole, y las doctrinas de cualquier tipo (Sextus Empiricus, 1990). El escepticismo, quizás la escuela más políticamente incorrecta en toda la historia de la filosofía. Pero, adicionalmente, la buena ciencia consiste en el reconocimiento de que las verdades que alguna vez se alcanzaron en la historia de la cultura humana, no se pierden para nada; además, se gana la incertidumbre. Heisenberg realizó una enorme contribución a la historia del pensamiento humano, y se sitúa en la misma constelación que Gödel, uno en la física, y el otro en la lógica.

El escepticismo, el rechazo de cualquier autoridad, y la ganancia de la incertidumbre se aúnan, naturalmente, a la capacidad de desarrollar ese fino sentido de humor que es la ironía y el sarcasmo – ante el poder, ante la tontería y ante los pretenciosos de todo orden. Pues bien, sin la menor duda, una de las mejores expresiones del sarcasmo y

la ironía es esa forma totalmente incorrecta desde el punto de vista político que es el humor negro. Esto es, convertir a las más corrientes de las ocasiones en objeto de burla con ingenio. Y siempre, saber reír de sí mismo, por parte de cada quien, de quien es verdaderamente libre.

Ser científico es una especie de vida como quien está enamorado: esto es, es una forma de psicosis. No sabe de horarios habituales de trabajo, no se restringe a lugares determinados, y su mente como su corazón están pivotando siempre alrededor de sus pasiones de investigación. Como en el amor, esa experiencia fantástica es muy escasa, según parece, en la que la psicosis nos invade y no sabemos entonces nada de “principio de realidad”. Y mucho menos de “principios de poder” o autoridad. Los buenos científicos, como los buenos pensadores abundan en su escasez (¡oxímoron!), pues estamos rodeados de gente que simple y llanamente hace la tarea, son obedientes, cumplen con las exigencias y terminan acomodándose a las cosas. Aunque publiquen, y alcancen indicadores de impacto (todo resultado de ecuaciones bien elaboradas que se convierten en indicadores).

Simple y llanamente, es imposible la ciencia sin ejercicios y actos de liberación. Así sucedió en la historia reciente con Hobbes, Locke y Hume, pero también con Feynman, Bohm y Prigogine, por ejemplo. La ciencia es un estilo de vida, no una profesión. En otras palabras, la ciencia, bien entendida, es algo en lo que lo que está en juego es el mundo, la realidad y el universo, y no simplemente un salario y algún pequeño reconocimiento. Esto es, el destino del universo y la realidad depende de excelentes explicaciones y comprensiones, de modelos y teorías rigurosos, de la capacidad para discutir asunciones generalizadas y vigentes y ver lo que nadie ha visto, en fin, arriesgarse a buscar y ver cisnes negros. Debe ser posible pensar en grande (*big picture*).

Por esta razón, hay que decirlo, las facultades, programas y departamentos no forman, por regla general, buenos científicos. Y por ello mismo el esquema predominante en la formación es el positivismo de los métodos de investigación científica, y demás.

Los poderes administrativos y demás quieren gente dócil, y forman entonces gente sumisa. En este sentido, ha sostenido un autor, América Latina no forma científicos e ingenieros, sino, tan sólo, en el mejor de los casos, cohortes (*horribile dictum*) (Ce-reijido, 2012).

La historia de los gobiernos y poderes que han entendido verdaderamente a la ciencia y la han apoyado en toda la línea es escasa en la historia en la humanidad. La excepción ha sido el apoyo a políticas de ciencia y tecnología en toda la línea de la palabra de corte eficientista, efectista, desarrollista; recientemente parece imponerse la “gestión del conocimiento”, y políticas de conocimiento determinadas por criterios de eficiencia, eficacia, productividad y crecimiento económico. Esto es no haber entendido nunca a la ciencia y la filosofía.

El científico es alguien con un umbral muy alto al desafío, la apuesta y el riesgo, y con un umbral sumamente bajo a la estandarización, la mediocridad y la vulgaridad. La ciencia requiere acaso la misma *finesse d'esprit* que la buena literatura, la pintura o la poesía. Vale recordar que siempre, dentro de los criterios de verdad o veracidad el primero es la belleza. Es tan elemental como decir que nadie dice verdad si al mismo tiempo no dice belleza, o que quien simplemente habla, muy seguramente estará haciendo muchas cosas, menos decir verdad pues no dice nada hermoso. Los momentos más elevados de la historia del espíritu humano alcanzan a verse desde esta cima. Y la belleza es, en el más fuerte de los sentidos, una experiencia. La ciencia es una forma de vida.

Conclusiones

La ética imperante es, manifiestamente, una ética mafiosa: a los trabajadores –empleados, eufemísticamente llamados también como “colaboradores” y demás- de todos los órdenes lo que se les pide es lealtad, fidelidad, sentido de pertenencia. No espíritu crítico, independencia o criterio propio. Se les pide ajustarse a la Misión, Visión, Himno, Bandera, Objetivos, y Estrategia –todas usualmente con mayúsculas-.

Como se sabe por los estudios sobre las mafias: Yakuza, Camorra, Pablo Escobar, el Chapo Guzmán, y muchas más, la ética mafiosa coincide exactamente con la ética corporativa. El valor más apreciado de todos es el sentido de pertenencia y la lealtad. Jamás la autonomía y manifiestamente nunca la rebeldía, la insumisión o el desacato.

Digámoslo de forma clara y directa. Vivimos una época caracterizada por fascismo, nazismo, corporativismo, (neo)institucionalismo – todo es exactamente lo mismo (Cfr. Goldberg, 2009) y que quiere hacerle saber a todos que: “*The New Age: We’re All Fascists Now*”. Evidentemente, el fascismo y el nazismo fueron militarmente derrotados, pero al cabo, lo que vivimos hoy en día es el triunfo del nazismo y de la mafia, y eso se denomina mentalidad corporativa, institucionalismo y neoinstitucionalismo, en todos los órdenes y gamas. La *derrota militar* del nazismo se tradujo, al cabo, en el *triunfo cultural* suyo.

La rebeldía –no simple y llanamente la resistencia- requieren un acto de insubordinación, insumisión y desacato; y mucha organización. La rebeldía es el primer paso para la emancipación. Pero ello requiere de gente que ya ha hecho de sus propias vidas un acto de autonomía en el que, antes que la disciplina, lo que prima es el criterio propio, el ejercicio de la propia razón, el balance dinámico entre pensamientos y sentimientos o sensaciones. Es esto y no otra cosa lo que se encuentra verdaderamente en la base de la gran ciencia, de la buena ciencia.

Es la buena ciencia la que redundará en beneficio de la sociedad y de las gentes. Nadie

es científico para sí mismo, y ciertamente cada vez menos, en los tiempos que corren. Nadie es científico –o filósofo- si no es por opción propia, pero el *target* de la investigación es algo bastante más y bastante diferente que el sí mismo de cada quien.

Es posible, desde luego, formar buenos científicos. Pero ello requiere que sus profesores sean ya, ellos mismos, independientes, autónomos, y todo lo contrario a sumisos y obedientes. Nadie puede formar gente inteligente si ellos mismos no se han hecho, al cabo, inteligentes; de la misma manera que nadie puede hablar de libertad si no han alcanzado antes autonomía y criterio propio.

Vivimos en la sociedad del conocimiento, o por lo menos en los albores suyos. En una época semejante, el conocimiento es de todos, y no es ya patrimonio de nadie en particular, y ciertamente no de un grupo en contraste con el resto de la sociedad. En el lenguaje en boga, esto se denomina *open data*, *open knowledge*, *open source*. El inglés funge simplemente como la *lingua franca* de la ciencia; nada más, nada menos.

Referencias bibliográficas

Burke, P., (2012). *Historia social del conocimiento. Vol. II: De la Enciclopedia a la Wikipedia*. Barcelona: Paidós

Cantwell, B., Kauppinen, I., Slaughter, S., (Eds.), (2014). *Academic Capitalism in the Age of Globalization*. Johns Hopkins University Press

Cerejido, M., (2012). *La ciencia como calamidad. Un ensayo sobre el analfabetismo científico y sus efectos*. Barcelona: Gedisa

Dyson, F., (2008). *El científico rebelde*. Barcelona: Debate

Feist, G. J., (2006). *The Psychology of Science and the Origins of the Scientific Mind*. New Haven and London: Yale University Press

Fischer, E. P., (2016). *El gato de Schrödinger en el árbol de Mandelbrot*. Barcelona: Crítica

Goldberg, J., (2009). *Liberal Fascism. The Secret History of the American Left from Mussolini to the Politics of Change*. New York: Broadway Books

Hands, J., (2017). *Cosmosapiens. Human Evolution from the Origin of the Universe*. New York-London: Overlook Duckworth

Klahr, D., and Simon, H. A., (2001). “What Have Psychologists (and Others) Discovered About the Process of Scientific Discovery?”, en: *Current Directions in Psychology of Science*, vol.10, No. 3 (Junio), págs. 75-79

Maldonado, C. E., (2018) “La investigación como ludopatía”, en: *Pacarinadelsur*, Año, 10, No. 37, Octubre. Diciembre, ISSN 2007-2309, disponible en: <http://www.pacarinadelsur.com/home/alma-matinal/1677-la-investigacion-cientifica-como-ludopatia>

Maldonado, C. E., (2016). “El evento raro. Epistemología y complejidad”, disponible en: <http://www.moebio.uchile.cl/56/maldonado.html>, No. 56, pp. 187-196; doi: 10.4067/S0717-554X2016000200006

Medrano, G. L., (1998). *El proceso de Sócrates. Sócrates y la transposición del socratismo*. Madrid: Trotta

Münch, R., (2014). *Academic Capitalism: Universities and the Global Struggle for Excellence*. London: Routledge

Roberts, R. M., (2013). *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial

Sabbagh, U., (2017). “Science Has Always Been Inseparable From Politics. Scientific research doesn’t take place in the vacuum; it can only happen with society’s blessing”, en: *Scientific American. Guest Blog*, Abril, 25; disponible en: <https://blogs.scientificamerican.com/guest-blog/science-has-always-been-inseparable-from-politics/>; consultada en: Agosto 9 de 2019

Sextus Empiricus, (1990). *Outlines of Pyrrhonism*. Buffalo, N.Y.: Prometheus Books

Slaughter, S., and Leslie, L. L., (1999). *Academic Capitalism: Politics, Policies, and the Entrepreneurial University*. Johns Hopkins University Press

Slaughter, S., and Rhoades, G., (2009). *Academic Capitalism and the New Economy: Markets, State, and the Higher Education*. Johns Hopkins University Press

Simon, H. A., (1977). “Scientific discovery and the Psychology of Problem Solving”, en: *Models of Discovery. Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 54, págs. 286-303 Springer Verlag, doi: https://doi.org/10.1007/978-94-010-9521-1_16

Taleb, N. N., (2008). *El cisne negro. El impacto de lo altamente improbable*. Barcelona: Paidós

Turok, N., (2015). *El universo está dentro de nosotros*- Barcelona: Plataforma Editorial

Vlastos, G., (1991). *Socrates. Ironist and Moral Philosopher*. Ithaca, New York: Cornell University Press

Páginas web:

“Scientific Discovery”, en: *Stanford Encyclopedia of Philosophy*; disponible en: <https://plato.stanford.edu/entries/scientific-discovery/>; consultada en: Agosto 11, 2019

Suhay, E., (2017). “The politics of scientific knowledge”, en: *Oxford Research Encyclopedias*; disponible en: <https://oxfordre.com/communication/view/10.1093/acrefore/9780190228613.001.0001/acrefore-9780190228613-e-107>; consultada en: Agosto 10, 2019

Capítulo 2

LA EDUCACIÓN: UN CASO CONSPICUO DE REBELIÓN EN LA CIENCIA

La ciencia en general, a diferencia de la política, no se hace en base a consensos y mayorías. Aquello que alimenta a la investigación científica y la dinamiza son, por el contrario, los debates, los desacuerdos, las disputas, los argumentos y contraargumentos, las pruebas y las refutaciones. Por esta razón la ciencia en general necesita de condiciones de democracia para hacerse posible, pero al mismo tiempo promueve condiciones para la democracia. Como quiera que sea, como se aprecia, hacer ciencia es muy difícil.

Pues bien, quizás la mejor *conditio sine qua non* para la ciencia es la educación. Una política de ciencia es, contemporánea y paralelamente, una política de educación. Y al revés, una política de educación tiene como vector una política de ciencia.

Digamos con seguridad, la educación puede ser adecuadamente vista como un caso conspicuo de rebelión en la ciencia. Veamos.

Si hemos de creer a la tradición que cifra el origen de la educación en Occidente en el marco de la Paideía griega, cuyo epítome es la mayéutica de Sócrates, entonces requerimos una mirada más pausada. La mayéutica en su apariencia o estructura consiste en el arte de preguntar y que el estudiante descubra por sí mismo el conocimiento. Pero en su fondo, y en su dinámica, la mayéutica es una sola y misma cosa con la ironía y el sarcasmo. Se trata no de un preguntar inquisitivo, sino jocoso, alegre y juguetón. La ironía y el sarcasmo forman la chispa del aprendizaje.

El ejercicio de la educación consiste en un permanente de cuestionamiento, no de repetición y memoria; el cuestionamiento significa la más dura de todas las condiciones para la ciencia, y por lo demás, para la libertad: no aceptar absolutamente ningún argumento de autoridad; sólo aquellos que descansan en argumentos o experimentos, por ejemplo. Ya desde Aristóteles, una de las falacias es la de autoridad. Algo que parece haberse olvidado posteriormente, hasta nuestros días.

Cuestionar es un método, y a ese método lo llamaba Sócrates la mayéutica. Y es que la verdad los estudiantes sólo se hacen inteligentes cuando tienen consigo profesores inteligentes. Lo contrario complica mucho las cosas. Y un profesor inteligente es aquel que acepta el cuestionamiento y lo promueve.

Ahora bien, la mayéutica iba acompañada de ironía y sarcasmo. Manifiestamente, ambos términos tienen una gran diferencia como se los entiende hoy en día. No obstante, el espíritu se mantiene: se trata de la capacidad de reírse, de reírse con inteligencia, de desbaratar argumentos ad hoc, contruidos falsamente o de manera arbitraria. El aprendizaje debe ser un deleite. (¿Cabe recordar que la palabra “tarea”, proviene de

los jornaleros, los cuales tenían una tarea por día, y que así, las “tareas”, escolares o de universidad, reducen el aprendizaje a un oficio mecánico y estúpido?).

Vivimos hoy en un mundo magnífico, que ha sido designado con tres nombres distintos: la sociedad de la información, la sociedad del conocimiento, la sociedad de redes. En un mundo semejante, por primera vez en la historia, nadie enseña nada a nadie. Vivimos un mundo inmensamente rico – rico en datos y en información. La información está disponible, al alcance de todos; prácticamente.

En la sociedad de hoy, por primera vez, el ciudadano sabe más que el gobernante, los hijos saben más que los padres, el paciente sabe más que el médico, el estudiante sabe más que el profesor. El lenguaje en boga en el medio de la educación no deja de ser iluminador. Hablamos hoy de comunidad de aprendizaje, aprender a aprender, aprendizaje significativo, en fin, incluso, a desaprender lo aprendido, como una condición para nuevos aprendizajes. Una auténtica revolución de orden cultural y civilizatorio.

No obstante, hay un hecho que ha sido destacado suficientemente por parte de la biología en general, y de la teoría de la evolución en particular. Se trata del hecho de que no todos los organismos aprenden, no todas las especies aprenden. Aprender es un asunto verdaderamente complejo. Aquellos organismos y especies que no logran aprender –usualmente es porque se han especializado mucho-, se convierten en endémicos, entran en peligro de extinción y finalmente desaparecen y mueren. Lo mismo sucede, a fortiori, en la esfera de la sociedad, la cultura y la historia. Hay individuos que se niegan a aprender, hay grupos que no logran aprender, en fin, hay incluso sociedades y culturas que no aprenden – bien, suficientemente bien. Terminan desapareciendo.

Con seguridad, el aprendizaje es radicalmente distinto al adoctrinamiento. Implica un espíritu crítico, y la más difícil de las condiciones humanas: lograr desarrollar criterio propio. El aprendizaje forma gente libre, mucho más que gente con conocimiento.

Lo que impera, por el contrario, es el sentido de pertenencia, lealtad, fidelidad y otras características y exigencias similares. “¡Póngase la camiseta!”, y “¡Hay que pedalear juntos!”. Una lectura cuidadosa a la historia de la mafia muestra que la lealtad y la fidelidad, así como el sentido de pertenencia son propiamente hablando estructuras mentales mafiosas. Pareciera que la moral de nuestra época es mafiosa, pues castiga el criterio propio; por consiguiente, la independencia, la autonomía, la libertad.

Tener criterio propio, un asunto difícil en tiempos en los que la gente está acostumbrada a que le digan qué hacer y qué no hacer. Precisamente por ello, cabe destacar una y mil veces la importancia de la educación.

El ejercicio de la buena educación es la de aprendizaje permanente: aprenden los estudiantes, aprenden los maestros, aprende la sociedad en su conjunto. Pero hay que tener disposición a aprender. Y sin la menor duda, es evidente a todas luces que la gente quiere aprender cosas nuevas, no lo mismo en lenguaje nuevo. La apatía por la educación es el desprecio a la falta de novedad e innovación – en los contenidos, y en las formas del aprendizaje. Siempre que la gente ve cosas nuevas, engancha perfectamente con el proceso: con el grupo, con el profesor o profesora, con los contenidos desarrollados. Así, la carga de la demostración recae sobre el sistema educativo, no sobre los estudiantes, en manera alguna.

Es cierto que alrededor del mundo el principal problema de la educación son las altas tasas de deserción. Independientemente del estrato socio-económico, independientemente del nivel social, en fin, independientemente de la geografía. No es que los estudiantes no quieran seguir en los colegios y universidades. Es que las universidades y los colegios no han sabido interpretar la época. Todos: rectores, decanos, directores, profesores, personal administrativo.

La alegría es la esencia de la vida; nadie hace nada con gusto si no lo hace con fruición, y nadie aprende nada nuevo si es por obligación. Parece haberse perdido la alegría de vivir, y la vida pareciera ser un movimiento inercial: trabajar, casarse, tener hijos, pagar las deudas, morir, al final del día.

La más importante, de lejos la más determinante de las metas de la educación consiste en recobrar la alegría de vivir. Que consiste exactamente en las ganas de vivir. Una vida con ganas y alegre es una vida con horizontes, y así, todas las cosas son posibles.

Parece estar imponiéndose una atmósfera de desasosiego, de profundo malestar en la cultura, de aburrimiento y dejadez, lo cual se traduce en indiferencia, distanciamiento, indolencia, egoísmo e insensibilidad. La rebelión en la ciencia no es otra cosa que la alegría de la existencia. Nadie puede ser por lo demás, verdaderamente rebelde si no se colma de ganas de vivir, de optimismo de que las cosas se pueden lograr, de sentido de humanidad hacia la naturaleza y los demás. El rebelde es un ser optimista; lo contrario no es rebeldía sino una ira y un dolor profundo, y eso no conduce muy lejos.

Lograr que los estudiantes sueñen, y sí: que sueñen lo imposible. Lograr entrever entre la neblina y el bosque claros de luz y un horizonte amplio y rico a lo lejos. Querer que la gente asuma el destino de su vida en sus propias manos; incluso así se equivocan, pero que conozcan la libertad.

La ciencia se sitúa aquí en el mismo plano que las artes: la sensibilidad debe poder brotar y expresarse libremente, no contenerla. Pero en este plano, no son exactamente las

emociones lo que aparece en el primer plano, sino las pasiones. Una vida optimista es una vida apasionada, y una vida con sueños es una vida apasionada. La pasión puede volver a ocupar las aulas de clase, los laboratorios, los pasillos, los campos de deporte y la atmósfera de la educación. En fin, permitir que la gente descubra la alegría que lleva dentro – esa que les permite actuar por sí mismos. Un magnífico acto de subversión y rebeldía.

Las más grandes alegrías muchas veces no arrancan risas o aplausos, pero iluminan el rostro y llenan el pecho de optimismo. Y así, todo puede ser aprendido. Las cosas buenas, las cosas hermosas – las más difíciles de aprender, por lo demás.

Nadie enseña hoy ya nada a nadie. Esa es la esencia del método que practicaba Sócrates: ese que condenaron porque enseñaba la libertad en un mundo cada vez más mediocre y estandarizado. La verdadera ética no se la enseña: se la aprende con el ejemplo. Es siempre el ejemplo el mejor maestro, pero el ejemplo no preconiza jamás, ni tampoco hace homilías. El ejemplo habla el lenguaje sutil de la vida, y así sabemos lo que es una vida buena, y en qué consiste el saber vivir.

La educación debe poder formar gente conocedora, es claro; también debe poder formar gente inteligente, tanto como sea posible. Definitivamente que la buena educación busca la transparencia y las luces, y se aleja, por tanto, de las opacidades y la oscuridad, en toda la acepción de la palabra. Una persona libre no le teme a las palabras, pero las usa con gracia, con alegría, siempre.

No obstante, la más grande de las apuestas en el mundo de la educación consiste en apuntar, en señalar hacia la sabiduría. Es allí donde la educación se realiza, y donde la ciencia encuentra su verdadera cuna.

La buena educación es siempre la más exigente: aquella que no se ajusta a la mediocridad ni a los atajos, que no hace concesiones a los facilismos y que no negocia el aprendizaje ni la libertad. La buena educación forma gente libre; esto es, rebeldes. Como Sócrates en la Grecia clásica; como Jesús de Nazareth en medio del Sanedrín y el Imperio Romano, como Siddhartha Gautama, en medio de la riqueza y la opulencia; por ejemplo. Y muchos otros casos.

Insumisión, libertad, criterio propio, rechazo de la autoridad, y mucha sensibilidad e inteligencia, mucha bondad y rebeldía. Ellos hacen a la vida buena, y ellos forman gente buena. Y una gente buena es siempre gente alegre, gente que no sucumbe al pesimismo, gente que sabe que el peor de los futuros será siempre preferible que el mejor de los pasados por el simple hecho de que hay futuro. La alegría es siempre gracias a la indeterminación de un horizonte que existe o que emerge ante la mirada

desprevenida.

Ahora bien, lo más difícil en el proceso de aprendizaje consiste en desaprender lo aprendido. Esta es en realidad, a la fecha, mucho más que una expresión, un lenguaje, antes que una realidad efectiva. Desaprender lo aprendido significa un cambio radical de actitud, una verdadera inflexión en una historia de vida. La más radical de todas las rupturas.

Desde luego que para aprender hay que desaprender lo aprendido, pero entonces debe ser posible la novedad y la innovación, en toda la línea de la palabra. Lo cierto es que la gente, los empresarios, los administradores y el gobierno se llenan la boca hablando de innovación; pero le tienen pánico a los cambios.

Una manera de resolver un problema es innovando. Pero la mejor manera de innovar es resolviendo problemas. Ello apunta al aprendizaje basado en problemas, un tema común en la educación, hoy por hoy.

La ciencia no consiste en resolver problemas. Eso es lo que, en otro contexto, un autor como Th. Kuhn denomina ciencia normal; la cual tiene como finalidad normalizar a la gente. Antes, por el contrario, la ciencia consiste en concebir, en identificar, en buscar problemas. En una palabra, en problematizar el mundo y la realidad, problematizar el *status quo*, notablemente. Por ello es tan difícil hacer ciencia, y por ello mismo la ciencia es una excepción en países como los nuestros; no la regla.

Identificar problemas, formular problemas, concebir problemas: el tema es claro. Por consiguiente, es completamente distinto a ese embeleco que es “la pregunta de investigación”. Una pregunta se formula; un problema se concibe. Una pregunta se responde, un problema se resuelve. Dos cosas perfectamente distintas. Parece como si a través de la llamada “pregunta de investigación” se les evitara a los estudiantes y jóvenes investigadores a que cuestionen y problematicen.

La educación es la despensa en donde todas estas actuaciones, situaciones, actitudes, circunstancias comienzan y se desarrollan. Una educación para la ciencia, una educación para las artes.

Son numerosos los científicos que han sido posibles mediante auténticos actos de rebeldía. Recientemente, desde Planck a Einstein, desde Mendel a Dobzhansky, desde Feynman a Kauffman, para mencionar tan sólo algunos nombres. El avance en el conocimiento es efectivamente posible, y el avance en el conocimiento significa mejores comprensiones del mundo y la naturaleza, y, por tanto, también, mejores condiciones de vida. Pero el avance en el conocimiento es imposible en el conformismo, la

obediencia y el acatamiento. La rebeldía constituye el núcleo mitocondrial del avance en el conocimiento. Pero esta rebeldía se la aprende en la escuela, en el colegio, en la universidad.

La buena educación es educación para la alegría. Sólo que la alegría no se la puede enseñar. Sólo se la aprende. Con el ejemplo. En otras palabras, la educación es un magnífico proceso de mimesis, de contagio, de convivencia, al mismo tiempo que se nutre la independencia y la autonomía. Y entonces un mundo mejor puede ser posible; tanto como una vida buena.

Referencias bibliográficas

- Barzun, J., (2002). *The House of Intellect*. New York: Perennial Classics
- Dyson, F., (2008). *El científico rebelde*. Madrid: Debate
- Ingenieros, J., (2014). *El hombre mediocre*. Bogotá: Panamericana
- Luri Medrano, G., (1998). *El proceso contra Sócrates. Sócrates y la transposición del socratismo*. Prólogo de C. García Gual. Madrid: Trotta
- Odifreddi, P., (2010). *Elogio de la impertinencia. O cómo la ciencia y las matemáticas pueden enfrentarse a los prejuicios de la política y la religión*. Barcelona: RBA
- Ordine, N., (2015). *La Utilidad de lo Inútil. Manifiesto*. Barcelona: Acantilado
- Vlastos, G., (1991). *Sócrates. Ironist and Moral Philosopher*. Ithaca, New York: Cornell University Press

Capítulo 3

¿POR QUÉ LA RELACIÓN EDUCACIÓN-COMPLEJIDAD?

Introducción

Es interesante. Si echamos una mirada a la investigación en complejidad en el mundo, observamos fácilmente que existe un marcado contraste. En América Latina, muy ampliamente, uno de los principales ejes de reflexión es el de las relaciones entre educación y complejidad. La comunidad de educadores es amplia y fuerte, y con frecuencia se realizan eventos de diversa índole –conferencias, seminarios, congresos- centrados en el tema: el diálogo entre la educación y la complejidad. Existen maestrías y doctorados en educación en Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú, Colombia, Venezuela, Nicaragua, Costa Rica, Guatemala y México con una línea de investigación en complejidad, más allá de cómo entiendan y trabajen a la complejidad. Adicionalmente, en otros países hay profesores e investigadores que no son ajenos, en manera alguna a este cruce entre educación y complejidad, incluso por fuera del ámbito estricto del interés por la educación. Por ejemplo, en la formación de semilleros de investigación. Una situación semejante no sucede en otros lugares del mundo. Ni en Estados Unidos, en Europa, o Asia. En esos otros lugares, los intereses, las preocupaciones y las líneas de investigación son perfectamente disímiles. Por tanto, emerge un motivo de reflexión al respecto.

Son por lo menos tres las razones iniciales que permiten o que conducen a una situación semejante. Me concentraré en América Latina y en el tema sugerido. Sólo me ocuparé de otras geografías cuando sea necesario y de soslayo.

De un lado, cabe hacer explícitamente el reconocimiento explícito de que América Latina tiene en general una muy fuerte tradición de reflexión sobre educación. Quizás las revistas de educación son las más numerosas de todas las áreas del conocimiento en el continente, con calibres diferentes, relacionadas con fuertes movimientos sociales y políticos en torno a la educación, y con una vitalidad que no se presta a duda alguna. La historia por la educación ha sido una sola con la historia por la búsqueda y reclamos de justicia, igualdad, movilidad social, desarrollo humano, en fin, la recuperación del pasado y el sueño de futuros posibles. La obra de Paulo Freire es, hoy por hoy, un acervo mundial con raíces en Brasil y en América Latina, como el caso más destacado. Sin embargo, varios otros educadores y pedagogos merecerían una mención especial. Ello conduce al reconocimiento de la importancia de la educación popular en Nuestra América (Vasconcelos) al lado y en ocasiones como alternativa a la educación centrada en las ideas prácticas del libre mercado; la educación formal, digamos. Esta otra educación que, notablemente, habla hoy de competencias, destrezas y habilidades y que ha estado sometida de tanto en tanto a filosofías y proyectos incorporados si no impuestos desde afuera.

El movimiento pedagógico latinoamericano ha estado explorando numerosas veces teorías, prácticas, conceptos, referentes, opciones, y demás, que contribuyan a la educación como uno de los ejes más sensibles de las políticas sociales. Incluso hay universidades que se han constituido enteramente definidas por estos ideales y procesos, especialmente en Ecuador.

En relación con este panorama, en segundo lugar, el pequeño libro de Morin sobre los siete saberes, publicado originalmente en francés en 1999, ha sido muy popular con diferentes ediciones nacionales en nuestros países. Este hecho ha conducido a la búsqueda de relaciones entre educación y complejidad, favoreciendo, adicionalmente, la expansión y el fortalecimiento de las ideas del pensamiento complejo en el medio hispanohablante; algo que se aúna a varios de los otros libros de Morin. Hay que precisar que esta segunda razón comienza y se desarrolla ampliamente en la educación formal; la educación popular no es la principal tendencia en este caso, aunque no permanece insensible.

La tercera razón consiste en el hecho de que la complejidad en general –ya sea en la forma de pensamiento complejo o de ciencias de la complejidad, principalmente–, ha logrado situarse en numerosos campos del conocimiento, y no sola y no principalmente en educación y pedagogía, como un elemento destacado de lo mejor de la investigación de punta en el mundo. Así, notablemente las ciencias de la complejidad permean departamentos, carreras y facultades de física, matemáticas, biología, ciencias de la computación, ingenierías, medicina, ciencias sociales y humanas e incluso espacios ajenos a los estrictamente académicos. De una parte de la comunidad de personas interesadas en la complejidad en general, surge la idea según la cual es posible y acaso necesario trabajar ambas perspectivas de complejidad. Un esfuerzo sincero y bien intencionado.

En esta tercera razón, aparece claramente que existen otros espacios geográficos y académicos en los que las relaciones entre educación y complejidad son elaboradas de una forma sistemática y a profundidad. Se trata, notablemente, del trabajo liderado por B. Davis y D. Sumara en la Universidad de Alberta, que es, de lejos, el trabajo más sistemático en el mundo acerca de la relación entre complejidad y educación (Maldoño, 2017a).

Pues bien, la pregunta rectora de este texto merece una consideración atenta. Hasta el momento he señalado sencillamente los orígenes de la relación, los orígenes de un problema. Se hace necesario profundizar en el tema; esto significa exactamente explorar las implicaciones y los alcances de la relación mencionada. Es algo que no puede darse por dada, sin más.

En efecto, el simple reconocimiento de que las relaciones entre complejidad y educación sea una preocupación específicamente latinoamericana no puede darse por sentada sin más. El tema requiere una profundización necesaria a la luz de varios campos cruzados e interdependientes: la sociología del conocimiento, la historia (y la filosofía) de la ciencia, la propia antropología de la ciencia, por ejemplo. Esto es, en otras palabras, el contexto social del problema, la historia y los alcances o repercusiones del mismo, y la clase de seres humanos envueltos en el tema, correspondientemente.

Así, se trata de abordar preguntas como las siguientes: ¿por qué razón en otros espacios del planeta no existe, prácticamente en absoluto, una preocupación por vincular educación y complejidad? ¿Cuáles son los ejes principales de trabajo en el resto del mundo que concentran la atención y que acaso pueden entonces arrojar luces sobre el tema que ocupa a este trabajo? ¿Cuáles son las especificidades de los grupos de trabajo e investigación en un lado y en otro? ¿Qué claves cabe identificar en la preocupación en torno a las relaciones entre educación y complejidad? En fin, ¿qué cabe pensar o qué se sigue de estas relaciones? ¿Hay temas de profundidad que la superficie no permite ver? Por último, y no en última instancia (*last but not least*), el interés verdadero consiste en elucidar las razones mismas por las que una relación entre complejidad y educación existe y puede llevarse a cabo, algo que no puede darse simplemente por dado.

Quisiera exponerlo de manera franca: el título de este trabajo configura un problema que puede abrirse en una serie de interrogantes. Ahora bien, muy en el espíritu de lo mejor de la complejidad, en contraste con la ciencia y la filosofía normales, la no-linealidad de un problema significa que admite más de una respuesta, y que no es posible jerarquizarlas o elegir una en desmedro de otra. Una ecuación –esto es, un problema– no lineal es aquella que tiene más de una solución posible y es entonces necesario trabajar con las n tipo de soluciones disponibles o encontradas. Esta es la heurística de este texto.

Consiguientemente, la lógica en la que se construye este texto es no-lineal, dicho en general. Avanzaremos en zig-zag, unas veces con un retroceso metodológico, y luego podremos hacer algún salto para considerar perspectivas dúplices. De esta suerte, las secciones que componen este trabajo siguen los siguientes argumentos: primeramente, improviso una especie de cuadro general acerca de las relaciones entre complejidad y educación. Este cuadro, desempeñará las veces de un estado del arte, algo que, en propiedad, está lejos de las pretensiones de este trabajo. Ese sería el tema de un texto aparte, un trabajo que, hasta donde sabemos, no se ha llevado a cabo aún. El simple hecho de que haya un muy amplio interés por relacionar complejidad y educación quiere significar algo. La fenomenología se hará necesaria una y otra vez, generalmente

con afirmaciones generales, y ocasionalmente con alguna puntualización. Este es el hilo conductor de este estudio.

Sin embargo, se impone una advertencia a título introductorio. Este es un texto difícil. La dificultad estriba en una serie de comparaciones entre las dos vertientes de la complejidad: el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad. Ciertamente, como advierte el buen decoro, las comparaciones son odiosas; y molestas para unos u otros. Pero dado que son los dos ejes de las elaboraciones acerca de la educación, o al revés, será inevitable hacer una referencia en zig-zag aquí y allá. Sin embargo, ese no debe ser tomado, en absoluto, como el núcleo, aquí. El foco, en todos los casos, es el conjunto de respuestas a la pregunta formulada en el título. Tenemos allí un problema. A fin de evitar malentendidos emplearé expresamente la expresión “educación modo complejo” (un concepto en cuyo eco se escuchan las voces de las matemáticas) para referirme a los vínculos entre educación y ciencias de la complejidad, y a fin de omitir repeticiones innecesarias.

Esbozo de un estado del arte, improvisado

De acuerdo con la página web de la Red de Estudios sobre Educación (REED) a la fecha hay treinta y nueve revistas indexadas, desde aquellas que están indizadas en Scimago, en Scopus y Web of Science, Scielo, o Latindex, que incluyen a varias revistas españolas (cfr. <https://www.reed-edu.org/revistas/>). Sin embargo, si se consulta el Iresie – el índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa- de Latindex (cfr. <https://www.latindex.org/latindex/tablaIndice?id=108&id2=0>), la cifra supera muy fácilmente las cuatrocientas revistas que reciben y publican artículos de educación, en general o en función de ciertas ciencias y disciplinas.

En cualquier caso, aparece un panorama sorprendente; particularmente cuando se lo sitúa en la ecología de las otras ciencias y disciplinas. Sin ambages, el número de revistas en educación en general supera con mucho el número de revistas de cualquier otra área del conocimiento en el mundo hispano hablante. Un fenómeno que merece una segunda reflexión, por decir lo menos.

La existencia de un número tan elevado de revistas dedicadas a la educación se corresponde con la existencia de una muy amplia gama de profesores e investigadores dedicados al tema. Sin obliterar una cierta tendencia al *publish or perish* propia de las universidades e incluso, crecientemente, de los colegios –educación secundaria-, asistimos a un panorama que da muestra de una enorme vitalidad. Para un investigador avezado, es difícil mantenerse al día en el estado del arte de un panorama semejante, y

mucho más si se atiende, como debe ser además el caso, a las revistas sobre educación en otros idiomas. De manera habitual, un profesor no tiene tiempo para ello; sencillamente no puede darse el lujo. Los investigadores, por su parte, no parecen haberse percatado suficientemente de un paisaje de semejante abundancia, y, verosíblemente, de tal riqueza. Todo parece indicar que nos encontramos ante un continente de producción, frente a un fantástico archipiélago compuesto por numerosas islas, unas más grandes que otras.

Hay, todo parece indicarlo, una enorme cantidad de publicaciones, digamos, de primer orden, pero hace falta una reflexión de segundo orden sobre esta diversidad, amplitud y profundidad. El futuro, en este plano, se erige provocativo y abierto.

Sin embargo, una primera mirada cuidadosa de tipo transversal permite poner en evidencia que los artículos sobre complejidad y educación son verdaderamente escasos. Se podrían reunir en una pequeña tabla, sin dificultad.

De otra parte, de manera consolidada, existen doctorados en educación con una línea de investigación sobre complejidad en la mayoría de los países de América Latina, sin dejar de mencionar numerosos otros investigadores que tienen, sistemática u ocasionalmente, una producción intelectual que vinculan educación y complejidad en muchas otras universidades y programas académicos diversos. Cabe decir, de manera anticipada, que nunca como en nuestra época había sido el tema de la educación un asunto de interés social, político y económico como en nuestros días. Existe incluso alguna universidad de prestigio –esto es, acreditada institucionalmente-, que en su Misión expresa abierta y decididamente un compromiso con la complejidad. (Esto sucede en Colombia).

Y, sin embargo, no debemos llamarnos a engaños: en ese amplio y sugestivo panorama, la complejidad no es precisamente la principal preocupación. Lo que prima son consideraciones de tipo didáctico, de evaluación, de currículo y disciplinares. Una segunda mirada a las fuentes mencionadas, o bien, un conocimiento sensible del área así lo ponen de manifiesto. Complejidad está lejos de ser la corriente principal en educación, al día de hoy. La complejidad sigue siendo marginal, alternativa, episódica.

Precisamente por ello, de manera formal o improvisada se vienen constituyendo distintas redes de profesores e investigadores interesados en las relaciones sobre complejidad y educación. Con una salvedad: no existe hasta el momento ninguna revista dedicada al diálogo entre ambos ámbitos, lo cual ya es perfectamente significativo. Las investigaciones y publicaciones se vienen haciendo en revistas de una cobertura más amplia no precisamente especializada; digamos, una revista de “educación y complejidad”, mientras que sí existen, por ejemplo, revistas de “epistemología e historia de la

ciencia”. Los estudios sociales y culturales sobre ciencia y tecnología han puesto ya en evidencia que, o bien cuando un campo determinado del conocimiento ya está maduro, o bien, cuando emerge con fuerza y factores reales de consolidación, encuentra un órgano propio de difusión, se sedimenta en la forma de asociaciones u organizaciones semejantes, y lleva a cabo eventos regulares y sostenidos en el tiempo. No es el caso de la educación y su interés por la complejidad. Alguna conclusión puede extraerse de aquí sin dificultad.

Todo parece indicar que lo que abunda son buenas voluntades, esfuerzos dispersos, procesos que no terminan de sedimentarse. Antes que una conclusión negativa, podría decirse que entonces muchas cosas están aún por hacerse. El vaso está semi lleno; no semi vacío. Lo que impera son redes en proceso de constitución o fortalecimiento y mucho trabajo, en muchas ocasiones de buena calidad, pero eminentemente individual. Sería deseable que esta situación mejorara.

Por lo demás, buena parte de las publicaciones suceden como ediciones universitarias o bien en editoriales independientes. Pues bien, como es sabido, todas las ediciones universitarias son de tirajes pequeños y principalmente para consumo local. Ciertamente que algunas cosas logran ser conocidas más allá de los espacios de las universidades y de los mercados locales. Internet facilita mucho este proceso, a partir de publicaciones digitales –en pdf-. Las redes académicas son de inmensa ayuda, tales como Academia.edu, Researchgate.net, Mendeley, y otras. Al cabo, gracias a estos procesos y a las redes de seguimiento y cooperación logra conocerse una muy buena parte de estas publicaciones. Ello favorece, naturalmente, el enriquecimiento recíproco, y principalmente aprender acerca de qué nuevas líneas de investigación se emprenden. La ciencia se hace fundamentalmente gracias a encuentros, en efecto. La mayor parte de estos encuentros tienden a ser virtuales.

Sin embargo, es preciso girar la mirada en la otra dirección, hacia la comunidad de complejólogos. En este caso, no existe ninguna revista especializada de calidad en el continente –América Latina-, y los artículos que se encuentran aparecen dispersos en distintas revistas. Una mirada a los libros disponibles, físicos o en línea, pone de manifiesto una producción discontinua, con vaivenes y altibajos, de un país a otro, incluso de un investigador al siguiente. El foco, absolutamente, se centra aquí, desde luego, en producción en español, puesto que sí hay algunos investigadores que publican en inglés (y ocasionalmente en francés), pero nunca en los vínculos sobre educación y complejidad.

Pues bien, los trabajos de la comunidad de complejólogos son variados, con intereses múltiples, con acentos distintos, en fin, con una amplitud de intereses que oscilan según un evento académico, un encuentro, una lectura, aspectos jamás desdeñables.

Podemos decir, que, como sucede en el caso de la Universidad de Alberta en Canadá ya reseñado, no existe un trabajo sistemático y sostenido de reflexión y producción sobre complejidad y educación.

Digamos, sin relativismos ni eclecticismo, que esta situación pone al descubierto un hecho básico: se hace, a la fecha, lo que se puede. Y a la fecha, el resultado global no es poco y ciertamente no es, en absoluto, desesperanzador.

Sociología e historia de la ciencia

En el mundo en general, la masa crítica de gente interesada seriamente, y que además trabaja en complejidad es creciente y se fortalece cada vez más. Lo que en inglés se denomina como los circuitos de conferencias son un hecho consumado. Se organizan sistemáticamente de una ciudad a otra, de un país a otro, en fin, de un continente a otro. La complejidad ha ganado mucho terreno; más exactamente, ese terreno sólido y prolífico que es, en general, el de las ciencias de la complejidad. No solamente hay autores que se van convirtiendo en canónicos –esto es, en referencia obligada- gracias a la calidad de sus trabajos, sino, adicionalmente, como corresponde por lo demás, nuevos nombres van emergiendo gradualmente.

Si ayer, por ejemplo, se trataba de autores clásicos y fundacionales como E. Lorenz, I. Prigogine, S. Kauffman o M. Gell-Mann, por mencionar tan sólo algunos casos, hoy se trata de nombres como Vespignani, Barabasi, Strogatz o Castellani, por mencionar tan sólo algunos nombres. Existe un número creciente de centros consolidados de investigación y las referencias ya no recaen única o principalmente en los clásicos Instituto Santa Fe, o en Necsi. Prestigiosas editoriales universitarias crearon hace tiempo colecciones o series dedicadas enteramente a complejidad, y muchas otras editoriales privadas o comerciales se destacan por editar volúmenes de muy alta calidad en el tema. La investigación en complejidad es sostenida y de muy alta calidad.

Sin embargo, como mencioné en la Introducción, difícilmente –es más: muy escasamente- se consiguen trabajos en torno a las relaciones entre complejidad y educación en el mundo; por fuera de América Latina. Los intereses son, manifiestamente otros. Por ejemplo, inteligencia artificial, física, redes complejas, matemáticas, modelamiento y simulación, complejidad y *big-data science*, biología de sistemas, biología sintética, y mucho en ciencias de la computación, para no dejar de mencionar cosmología y astronomía. Cada uno de estos campos merecería precisiones y puntualizaciones, como es efectivamente el caso.

Significativamente, en el ámbito de las ciencias sociales existe una investigación sostenida y de mucha calidad; notablemente en las relaciones entre complejidad y economía, política –ciencia y estudios políticos-, relaciones internacionales, estudios sociales y culturales, psicología, historia, lingüística, antropología y sociología, por ejemplo.

Ahora bien, lo más destacado es que existen cruces serios y sinceros entre las llamadas ciencias duras y las ciencias sociales y humanas en términos de y gracias a complejidad. El lenguaje técnico se ha ido enriqueciendo y diversificando a la vez, y ya no se trata únicamente de “autoorganización”, “no-linealidad” o “estructuras disipativas”, por ejemplo, sino de otros muy importantes como “epigenética”, “termodinámica cuántica” o “ciclos biogeoquímicos”, para mencionar tan sólo unos cuantos.

Mientras que, en un plano, son cada vez más numerosos los *Companion*, asimismo, en otros planos, son abundantes las series de *Introduction*, y otras similares en prestigiosas casas editoriales, entre ellas, Springer Verlag.

En esta misma dirección, se continúan creando revistas especializadas en varios campos de la complejidad; así, existe una revista dedicada solamente a redes complejas, otra más sobre complejidad e interdisciplinariedad, o también, una reciente también sobre complejidad y ciencias de la vida. Adicionalmente, los *pre-prints* son cada vez más amplios, pero también más específicos. Ya van habiendo *pre-prints* sólo para medicina, y otros sólo para física, y otro más sólo para biología, por ejemplo. Naturalmente, la *lingua franca* sigue siendo el inglés.

La educación en cualquier sentido no aparece para nada en los primeros o, por así decirlo, en los segundos renglones de investigaciones en el mundo. Tan sólo en América Latina. Este es un motivo importante de reflexión desde el punto de vista de la sociología del conocimiento.

Pues bien, en consonancia con el panorama anterior, existen canales de divulgación bien consolidados en Asia, Europa y Estados Unidos sobre el trabajo y las investigaciones que se adelantan. Algo semejante no sucede en nuestros países. No existe una variedad de revistas específicamente dedicadas a la complejidad, y si hay alguna que pudiera ser mencionada, su calidad deja mucho que desear. Hasta donde tenemos conocimiento tan sólo una Universidad, en Colombia, tiene una Colección editorial dedicada expresamente a la publicación de trabajos en complejidad, y por lo demás se trata de esfuerzos bien intencionados pero dispersos a la fecha.

Existen varias redes de divulgación, siendo quizás la más destacada la Comunidad de Pensamiento Complejo (CPC) (cfr. <https://pensamientocomplejo.org/>), pero la ver-

dad es que dado el tamaño del equipo que la conforma y anima lo mejor está aún por venir, sin duda alguna. Lo que impera son redes no formales, de corte personal.

Como quiera que sea, la casi totalidad de los trabajos sobre educación y complejidad están escritos y publicados en español; una lengua que, en el campo de la complejidad permanece todavía al margen para estándares internacionales. De acuerdo con Scimago, existen más de mil doscientas revistas indexadas en inglés (cfr. <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=education> en temas de educación, mientras que en español son solamente cuarenta y tres (cfr. <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=educaci%C3%B3n>). Pues bien, un rastreo cuidadoso a este espectro de cuarenta y tres revistas pone en evidencia que los artículos sobre complejidad y educación son prácticamente nulos. Esto significa que, hasta la fecha, la inmensa mayoría de publicaciones sobre educación y complejidad se publican en revistas de segundo o tercer nivel.

Esta observación, desde luego, podría recibir la crítica acerca de la validez relativa de los sistemas de indización, y poner sobre la mesa el tema, altamente sensible, de las asimetrías entre impacto académico y científico de un lado, e impacto social, de otro. Ya que fue mencionada al comienzo de este trabajo, manifestamente que la educación popular piensa principalmente –y de lejos en el impacto social antes que en el impacto académico. Pero la educación popular constituye tan sólo una de las aristas en el ámbito de la educación.

En este lugar no quiero elaborar ningún juicio al respecto. Como se apreciará, el talante de este texto es, hasta aquí, eminentemente fenomenológico. Cabe decir, sí, que no existe, y ciertamente no a priori, ninguna prevalencia *per se*, del impacto académico sobre el impacto social. La educación, lato sensu, forma parte de las políticas sociales en el sentido al mismo tiempo más amplio pero fuerte de la palabra, y la validación de las mismas no tiene por qué regirse necesariamente por criterios pretendidamente superiores a los del impacto social. La educación, dicho sin más hace referencia en nuestros países a condiciones de calidad y de dignidad de vida. La educación sigue siendo, muy ampliamente, uno de los más destacados mecanismos de movilidad social. Pues bien, ya que lo mencionamos, no cabe obliterar jamás, bajo ningún punto de vista, el problema sensible de la moratoria social. Este tema merece una consideración propia en el marco de la complejidad. Este será el objeto de otro trabajo aparte.

Cabe adelantar una tesis, desde el punto de vista de la sociología del conocimiento en las relaciones entre complejidad y educación. La preocupación por las relaciones entre complejidad y educación, de un lado; y la amplia despreocupación por parte de los investigadores latinoamericanos acerca de los temas que sí ocupan la principal atención en el mundo, de otra parte; todo ello es un motivo de reflexión para la so-

ciología del conocimiento. La vida aún puja por hacerse posible en nuestros países, y no puede darse, acaso, el lujo de concentrarse en aspectos más abstractos puesto que lo que presiona es la supervivencia, la superación de la inequidad, la movilidad social, en fin, la comprensión de las propias condiciones de vida, históricas y sociales. Si esta tesis tiene sentido, entonces podrá ampliarse una base para reflexiones posteriores que aún no son centrales en las justificaciones acerca de la pertinencia y la relevancia de la complejidad para la educación.

Un hecho fundamental es el reconocimiento explícito –*ceteris paribus*– de que Europa es un continente pequeño, y por tanto fuertemente entrelazado, los Estados Unidos son una isla abierta de entrada y de salida, y Asia dispone de muchas facilidades entre las cuales la capacidad económica no es la menor. Los países latinoamericanos –con la salvedad de Centro América– son enormes, y las distancias y costos no son pequeños. Esta circunstancia afecta la posibilidad de que haya encuentros regulares entre académicos e investigadores, lo que catalizaría indudablemente otras dinámicas y otros ritmos. En los países de América Latina se viven dinámicas interesantes pero desarticuladas en el plano continental. Sí existen vínculos, personales, organizacionales y virtuales, pero no son nunca comparables con los que acontecen en otros espacios. La organización epistemológica del conocimiento se corresponde en cierta medida con la organización social del conocimiento. Con optimismo, podemos decir: lo mejor está aún por venir.

Volveré más adelante sobre esta tesis, con una variación.

Mientras tanto, vale la pena subrayar que la ciencia, dicho en general, no existe en general y ciertamente no abstracto. Existe siempre un colchón social, antropológico, cultural, económico que al mismo tiempo que hace posible a la ciencia, incide sobre ella, si es que no la determina, así sea indirectamente. Pues bien, la consideración que se desprende específicamente en el marco de una sociología del conocimiento es que, particularmente a partir de las contribuciones originarias elaboradas por Lakatos y por Kuhn, la ciencia es el muy complejo entramado de factores internos y de factores externos; el cruce entre internalismo y externalismo es algo que no cabe obliterar, en manera alguna. Si esto es plausible, entonces las relaciones entre educación y complejidad admiten e incluso demandan una consideración semejante.

Así las cosas, las relaciones entre educación y complejidad son el resultado de complejos entrelazamientos entre factores internos de la ciencia y factores externos. Quisiera decirlo de manera directa y expresa: en el sentido más incluyente de la palabra, la ciencia normal (Kuhn) aún permanece ajena a estas implicaciones recíprocas entre internalismo y externalismo. La complejidad de la ciencia, en el sentido preciso de las ciencias de la complejidad, no puede desconocer de ninguna manera estas implicacio-

nes. Ello contribuye a responder la pregunta formulada como título de este estudio.

En otros espacios geográficos y académicos diferentes a América Latina parece ser que las relaciones entre educación y complejidad no constituyen la principal de las preocupaciones, por decir lo menos. Esto obedece a varias circunstancias. Así, por ejemplo, en Europa y Asia, la educación es un asunto socialmente resuelto, mientras que en Estados Unidos el tema no ofrece serias dificultades incluso a pesar de las fuertes asimetrías entre el sistema público y el privado de educación. Es suficientemente conocido el cataclismo del sistema de educación superior en Estados Unidos, con el muy fuerte endeudamiento de los estudiantes a largo plazo. Una situación que en América Latina sólo encuentra parangón en Chile. Aun así, la complejidad en general no aparece como un eje de referencia considerable.

Los sistemas de educación están perfectamente articulados en esos otros espacios diferentes a América Latina y las transiciones, por así decirlo, de la educación primaria a la secundaria, de esta a la educación superior, y las escalas siguientes no representan mayor dificultad para quienes están verdaderamente interesados en ellas. Digamos, por lo demás, que las llamadas “Ferias de Ciencias” son un asunto regular en los niveles más fundamentales. En América Latina lo mismo acontece con ese sistema privado que es el Bachillerato Internacional (IB); pero esto debe quedar aquí simplemente registrado.

En Latinoamérica la preocupación, ciertamente creciente, por los vínculos entre educación y complejidad están animados por consideraciones de tipo al mismo tiempo social, disciplinario, curricular, de resignificación de la ciencia y apropiación social de la misma, el rechazo de una fuerte tradición doctrinaria y la búsqueda de una historia personal, social y colectiva; asuntos para nada menores.

Dicho esto, cabe pasar a la siguiente escala, que hace referencia a la antropología de la ciencia.

Antropología de la ciencia: un problema

Dicho en general, la antropología de la ciencia se ocupa del tipo de seres humanos específicos que hacen la ciencia, o también de la clase de seres humanos concretos a los que están dirigidos los beneficios de la ciencia, y cómo los afecta.

Pues bien, en este contexto, hay que decir que la educación en el plano del pensamiento complejo en general y específicamente de las tematizaciones de Morin, y quienes lo siguen, están definidas enteramente por su preocupación por el ser humano. En otras

palabras, abierta o tácitamente, se trata de una preocupación definitivamente antropocéntrica y antropológica. Al fin y al cabo, no otra es la preocupación de Morin. Sin ambages, el pensamiento complejo es distintivamente una ética. (Decir ética humana es un pleonazgo).

De manera puntual, los siete saberes propuestos por Morin tienen una carga de profundidad definitivamente antropocéntrica. Pues bien, existen diferencias notables entre los investigadores en complejidad en América Latina y aquellos en otros países. Sin ninguna pretensión de juicio, las dos diferencias más notables consisten:

a) En un manejo deficiente de bases de datos y por consiguiente de un estado del arte permanente actualizado en América Latina relativamente a, digamos, Europa, China o Estados Unidos. En estrecha relación,

b) El trabajo en Latinoamérica es distintivamente cualitativo y entonces epistemológico, en desmedro de muchas de las herramientas –¡que no las técnicas! - específicas de complejidad. En los países de las tres regiones mencionadas es habitual el conocimiento de herramientas como modelamiento y simulación, el trabajo con *big-data*, o las metaheurísticas, por mencionar tan sólo algunos aspectos.

Significativamente, existen algunos centros de investigación en América Latina que sí trabajan habitualmente con estas metodologías, pero entonces –curiosamente- allí no trabajan precisamente en el dúplice tema que constituye el foco de este trabajo. Me refiero, por ejemplo, al instituto de complejidad de la Universidad de Valparaíso, o a la UNAM. De esta suerte, la preocupación por la educación y la complejidad es, en América Latina, un trabajo eminentemente conceptual, teórico o epistemológico, según se prefiera. Este trabajo no es necesariamente ajeno a consideraciones de tipo social, político o histórico.

Quiero, por consiguiente, adelantar la tesis –como se aprecia. Se trata de una segunda tesis- según la cual la preocupación por las relaciones entre educación y complejidad es importante en nuestros países debido a la fuerte impronta epistemológica o de investigación cualitativa, muy propia de las ciencias sociales y humanas clásicas, o también, haciendo de debilidades fortalezas, debido a que no existe un dominio fuerte de las metodologías de punta específicas de la complejidad. La relación de implicación aquí es recíproca y fuerte.

En este contexto, quisiera sugerir que, de otra parte, en relación con las ciencias de la complejidad y algunas de las aproximaciones con la educación, lo que se destaca, por el contrario, es más que un sesgo definitivamente antropocéntrico, un matiz bio o

ecocéntrico; esto es, el estudio y el trabajo en torno a las relaciones entre complejidad y educación es, distintivamente, una preocupación por la vida en general dentro de la cual se inscriben, desde luego, las preocupaciones por el ser humano según el caso. En otras palabras, en este segundo caso, se trata de educación que sabe de ecología, de naturaleza en toda la gama de la palabra, y entonces, precisamente por ello, se aboca a la educación. Algunos ejemplos precisos son las relaciones que el diálogo entre ambas instancias tiene en relación con problemas específicos como la Carta de la Tierra, los límites planetarios, la recuperación de los saberes tradicionales, o también la crisis civilizatoria en curso y la emergencia de una nueva civilización. Tal es el trabajo, que se adelanta en una destacada universidad ecuatoriana y en Bolivia, en Guatemala y en varios centros de investigación en México, distintos a la UNAM, por ejemplo.

De este modo, mientras que en un caso la educación se concentra muy fuertemente en ideas como el *religare* propio del pensamiento de Morin, en el otro caso se trata de procesos de educación que dialogan directamente con textos, autores, corrientes de pensamiento y contextos que saben de biología y ecología en el sentido más amplio pero preciso de la palabra. Quisiera decirlo de manera concisa y directa. Mientras que el pensamiento complejo es claramente una ética, las ciencias de la complejidad comportan una bioética. Para entender esta idea hay que decir que la bioética comienza allí donde termina la ética; una manera adicional de entender esta bioética es como “bioética global”. Bastaría con echar una mirada en esa otra orilla.

Como se aprecia sin dificultad, existe una tensión; con Kuhn, a título exhortativo, digamos, que se trata de una “tensión esencial” (Kuhn, 1996) entra ambas dimensiones de la complejidad. Pues bien, hay que decir que cuando Kuhn habla de tensión esencial se refiere a la tensión entre campos disciplinares diferentes, y a las tensiones entre la investigación básica y la investigación experimental y aplicada. Quisiera resaltar lo siguiente: hablo de investigación básica, de un lado, y de investigación experimental y aplicada de otra parte, y no de las diferencias entre ciencias básicas y ciencias experimentales y aplicadas, dos asuntos perfectamente distintos. Una educación modo complejo es investigación básica centrada en la importancia de la vida en general, y es dentro de este espectro, como un subconjunto, que se inscribe cualquier preocupación de tipo humanista. Dicho sin ambages, las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida (Maldonado, 2019c).

La educación puede decirse que es, en un sentido laxo, ciencia aplicada. Con todo y algunas de las diferencias específicas que existen en su interior, tales como educación y pedagogía, educación y didáctica, y otras consideraciones similares. Una ciencia aplicada –ciencia en el sentido más amplio de la palabra; y entonces, cabe pensar en este plano, también en cosas como la terapia, la administración y otras que son ciencia

aplicada-, es aquella que aplica en un terreno conceptos que nacen y se nutren en otros campos. No es reflexión sobre los conceptos de que se nutre, sino, simple y sencillamente, aplicación de los mismos. Su relación con los conceptos es meramente operativa. Como se dice coloquialmente, los profesores son pilotos de un avión que manejan mientras el avión está siendo construido al mismo tiempo. Esta es la dinámica de la educación, tal es el proceso en el aula, de un año a otro, de un semestre al siguiente, y así sucesivamente mientras se cumple un ciclo.

Fundamentales como lo son en diferentes planos de la vida social, las ciencias aplicadas son ciencias imperfectas, por ejemplo, a la manera como se habla de la construcción de una paz imperfecta, y otras expresiones próximas y parecidas. No hay aquí necesariamente ninguna carga negativa o peyorativa.

De esta suerte, como se aprecia sin dificultad, la educación comporta una cierta filosofía acerca de los seres humanos y, en un caso, según su especificidad y posibilidades, y en otro caso, de acuerdo a sus relaciones con el medioambiente y finalmente con el conjunto de la naturaleza. No es necesario que ambos abordajes sean disyuntos, pero sí es lo que ha venido sucediendo hasta la fecha, grosso modo.

Los sistemas complejos son sistemas abiertos. Esta constituye quizás su característica más importante. Buena parte de los trabajos sobre las relaciones entre ciencias de la complejidad y educación destacan aspectos tales como el reconocimiento de que el aula es un sistema abierto, que la educación no termina en los muros del colegio o de la universidad, y que no existen jerarquías entre el profesor y el estudiante, entre otros. Para ello, en numerosas ocasiones se introducen recientemente neologismos tales como “aprendiente”, “comunidad de aprendizaje”, “aprender a aprender”, “aprendizaje colaborativo” y varios más. Dicho de manera puntual, el lenguaje de los siete saberes de Morin habla expresamente de *enseñar*; en otros planos, específicamente en una educación modo complejo, por el contrario, se destaca el *aprender*; dos tipos de relaciones radicalmente distintas. Una implica verticalidad, mientras que la otra destaca la horizontalidad. En una buena educación, hoy, nadie le enseña ya nada a nadie, y ciertamente no en el marco de la sociedad de la información, la sociedad del conocimiento o la sociedad de redes, según se prefiera. Hoy, y verosímelmente hacia futuro, todos aprendemos conjunta, colectivamente. Esta diferencia no es un rasgo menor.

Quienes trabajan en las relaciones entre educación y complejidad es gente generalmente con un alto compromiso social, y en numerosas ocasiones político. Dicho en general, el movimiento pedagógico en los países de América Latina ha sido contestatario o crítico a las políticas normales de educación, usualmente impuestas o apoyadas por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). La educación es una de las armas más importantes para el desarrollo humano en toda la línea de la palabra. Alrededor

de la educación, por ejemplo, en los niveles elementales, pivotan aspectos fundamentales para el desarrollo humano como la alimentación y el cuidado de los niños, el apoyo, directo o indirecto a las familias, en fin, las prácticas de solidaridad y apoyo mutuo. Los maestros son por lo general muy sensibles a las condiciones sociales de los niños.

Ya en niveles superiores, el trabajo no es indiferente a problemas de embarazo de adolescentes, y riesgos como la drogadicción o la delincuencia en diferentes formas. Esta es la amplia realidad, ante la cual existen islas de mayor confort y condiciones distintas para la educación. Habitualmente, se trata de la educación privada.

Estos son los niveles fundamentales a partir de los cuales se perfila la educación superior. América Latina es en general un continente con enormes desigualdades sociales y económicas, y por tanto existe una fuerte asimetría en la formación de capacidades. La inmensa mayoría de los estudiantes son educados para el trabajo, lo cual es un total contrasentido con respecto a la idea originaria de la *paideia*, entre los griegos.

De suerte que, sin ambages, los esfuerzos en torno a las relaciones entre complejidad y educación obedecen a una búsqueda, a saber: el esfuerzo, denodado, por lograr nuevos conceptos, nuevas metodologías, nuevas formas de didáctica, nuevas justificaciones sobre el discurso educativo, y nuevas luces sobre la pedagogía y su sentido en el seno de la sociedad. No en segundo plano, se trata de una búsqueda por superar los fraccionamientos del conocimiento, y que se expresa en la crítica, ya suficientemente amplia a los currículos lineales. Este tema merece una observación puntual.

El más reciente de los grandes problemas en educación consiste en la curricularización de los programas. Esta es la verdadera trampa de los gestores del conocimiento y manipulación hacia los profesores que quiere esconder la ausencia de libertad de cátedra, uno de los fundamentos incuestionables de la educación en el sentido más filosófico. Generalmente un profesor nuevo es contratado, se le permite escribir el programa de una nueva asignatura, pero sobre la base un currículo que ya está previamente definido. Las críticas, sólidas y clásicas a la escolarización de la sociedad llevadas a cabo por Illich y otros, requieren incorporar las amenazas de la curricularización de los programas académicos. El llamado a la no-linealidad de los currículos no puede obliterar las restricciones o constricciones impuestas por los estamentos gestores (= administrativos) sobre los académicos.

Un tema de fondo

Hay un problema de fondo que no puede dejar de mencionarse bajo ningún punto de vista. Se trata de las relaciones que la importancia de la educación tiene con respecto a la política. Esta observación interpela también, y de forma directa, a la ética. Veamos.

Abogar por la educación como la forma de resolver los obstáculos en el mundo y de posibilitar el desarrollo humano es un argumento conservador, por decir lo menos. Como es sabido, los procesos educativos son de largo alcance. Realizar un curso o seminario, estudiar una carrera o un postgrado, en fin, adelantar un doctorado, por ejemplo, no implican por sí mismos ninguna certeza; se trata tan sólo de la creación de condiciones de posibilidad que se miden a largo plazo. Ciertamente hay “victorias tempranas”, pero finalmente el juego se define a largo plazo. De manera que apelar a la educación como la herramienta decisiva de desarrollo social es peligroso por ingenuo, y conservador por los tiempos que implica. Tácitamente –como un efecto Doppler digamos-, lo que sucede con argumentos semejantes es el olvido de la política, como discurso, como forma de organización y como acción. El pensamiento complejo poco y nada ha dicho al respecto, esto es sobre la política como *vita activa* (Arendt). En ciencias de la complejidad, por el contrario, existe un sólido trabajo sobre política. A nivel internacional el mejor centro de trabajo es la Universidad de Michigan, y la bibliografía sobre política y complejidad es sostenida en general en el mundo. He trabajado en estos temas, por ejemplo, en (Maldonado, 2014b; 2016; 2018).

Manifiestamente, en el estado normal de las cosas y como tendencia muy generalizada en boga, la educación desplaza a la política, como también lo hace la ética. Hoy es políticamente más correcto hablar de educación y de ética que de política estrictamente hablando y en el sentido más fuerte de la palabra. Los llamados a la importancia de actitudes, comportamientos y actitudes éticas y la (tenue) reducción de los problemas del mundo a problemas éticos es una apología indirecta a la pérdida de estatuto de la política. Y con ello, a una conservación del status quo en toda la línea de la palabra. Dicho de manera puntual: la ética como la educación en sentido normal no saben nada de acción colectiva. (Hay trabajos muy destacables sobre acción colectiva y ciencias de la complejidad, digamos).

De manera que la importancia de conectar la educación y la complejidad de un lado, tanto como, en varias ocasiones, la complejidad y la ética, no debe suceder haciendo una omisión acerca de la importancia de la política. Ello contribuye a agravar los problemas del mundo, y así, ni la educación ni la ética contribuyen a nada, y se convierten en sucedáneos de los poderes establecidos. Hay que decir que una buena parte de los trabajos sobre complejidad y educación termina cayendo por omisión, en esta apología indirecta del status quo.

No cabe desconocer, en consecuencia, que una parte de quienes abogan por la importancia de la educación o de la ética, y entonces miran hacia la complejidad sean, por lo menos por omisión, reacios al significado y alcance de la política –*politics*, y no precisamente *policy*-. En el corpus de los mejores autores y seguidores sobre el pensamiento complejo no hay desarrollo alguno acerca de la política. No sucede lo mismo, en absoluto, del otro lado, en las ciencias de la complejidad.

Como se aprecia, se desprende de aquí un tema que debe ser considerado en un espacio propio. No es esta la ocasión para ello, por delimitación del tema. El tema es el de las consecuencias políticas de la complejidad, en un matiz o en otro.

Mientras tanto, una de las respuestas que admite el problema formulado como guía de reflexión aquí es que existe un interés velado por desplazar a la política en nombre de la educación –y, por extensión, en nombre de la ética-. Se trata de una especie de Janus, que mientras mira en una dirección con un rostro amable o interesado, mira en la dirección opuesta con desdén y sorna, si cabe.

En la complejidad, como en la vida misma, las cosas nunca son elementales y llanas. Se trata, por el contrario, de una geografía rica, variada y dinámica. La vida del conocimiento y del aprendizaje contiene estos rasgos, manifiestamente. Cabe por tanto explicitar el mensaje en este punto. La educación no debe ser adoptada –y ciertamente no en un contexto de complejidad- como un fenómeno aislado o con una cierta implicación de jerarquías; esto es, de manera cardinal (primero esto, segundo aquello, y así sucesivamente).

Como quiera que sea, la preocupación principal en el diálogo en cuestión consiste en la búsqueda de la interdisciplinariedad, que algunos prefieren adoptar como multi, y otros más como transdisciplinariedad. Un mismo espíritu, podemos colegir, cubre a estos tres caminos, más allá de diferencias en la letra. Vale recordar aquí a W. Wheewell. En 1847 introdujo el concepto “científico” –el de ciencia ya existía hace tiempo, por lo menos desde el siglo XVI, en la acepción actual del término-. Con él, Wheewell quería significar a aquella persona que es capaz de moverse entre campos diferentes, o lo que es lo mismo, aquella persona que puede lograr síntesis de ciencias y disciplinas diferentes. Concomitante al concepto de “científico”, introdujo el término de “consiliencia” (*consilience*, en inglés). La ironía de la historia radica en que el científico terminó siendo aquel que, distintivamente, se forma y trabaja en un dominio particular; así, por ejemplo, el científico puede ser un antropólogo, un matemático, un biólogo o un economista, por ejemplo. Cualquier cosa menos esa capacidad de inter, multi o transdisciplinariedad. Es en este sentido como la complejidad puede acudir a una renovación, sino a una transformación profunda de la educación. La disciplinariedad en ciencia coincide, plano por plano, con la linealidad del currículo. Y ambas

terminan domesticando o normalizando a los seres humanos, y con ello, volviéndolos sumisos, obedientes, seguidores, pasivos, en fin, sin más, esclavos.

La idea de consiliencia ha sido recogida explícitamente tan sólo por E. O. Wilson (Wilson, 1998), aunque su base misma es la elaboración de grandiosas síntesis de conocimientos, sin la menor duda, la gran apuesta de una educación modo complejidad.

Quiero formular entonces una tercera tesis en el proceso de comprensión y resolución del problema enunciado. Pensar en complejidad consiste exactamente en la tarea de efectuar síntesis de conocimientos, no simplemente de analizar, e incluso, más radicalmente, no sólo de llevar a cabo actos o procesos de reflexión. Toda la tradición que se funda y se desprende de Aristóteles centrada en el análisis encuentra aquí un final; una metamorfosis. Una buena educación modo complejo consiste entonces en el proceso de efectuación de síntesis. Pero esta es una tarea conjunta para profesores y estudiantes. Es por esta razón –también– que es totalmente relevante la relación entre complejidad y educación. La mirada se concentra en el futuro.

Existe en el mundo un impresionante avance en el conocimiento, sin la menor duda. Es, asimismo, abundante la cantidad de publicaciones de muy alta calidad en revistas 1ª, para no mencionar en otras categorías o niveles. Sin embargo, la inmensa mayoría de estos trabajos son minimalistas por técnicos, lo cual refleja, al mismo tiempo, una tradición educativa disciplinar y, por decir lo menos, manifiestamente no-compleja; clásica.

Dicho de manera genérica, una educación modo complejo debe ser aquella que, fundamentalmente, les permita a los estudiantes y profesores que el mundo les quepa en la cabeza; no que trabajen simplemente autores, no solamente escuelas, no principalmente libros, herramientas o técnicas. Al fin y al cabo, a los “grandes” en la historia, el mundo les ha *cabido* en la cabeza. Que el mundo quepa en la cabeza es, desde luego, una expresión que quiere significar la capacidad de formar gente libre con criterio y con un sólido conocimiento, digamos en los ejes fundamentales, o en los *hubs*, o en los articuladores del conocimiento que permiten conexiones intrínsecas con otros conocimientos. En el mundo como en la vida nada está separado. Somos nosotros quienes los dividimos. Sin embargo, ello no quiere decir, en modo alguno, que siempre y en todas partes existen relaciones de implicación directa. Muy por el contrario, la inmensa mayoría de conexiones y entrelazamiento son indirectos.

Dicho sin ambages, una educación modo complejo suministra criterios sólidos y suficientes para que las personas puedan decidir por sí mismas, y puedan participar con argumentos y muy sólida información en los más sensibles asuntos que competen a la vida de la comunidad y de la naturaleza. Si la ciencia es una forma de acción, defini-

tivamente mucho más que simplemente una cosmovisión, asimismo, la educación es una manera de acción en el mundo con las mejores herramientas disponibles: conceptuales, matemáticas, artísticas y otras.

Explorando las relaciones entre educación y complejidad: una recapitulación

Quisiera ahora concentrarme en la identificación de algunas de las principales claves del trabajo en torno a las relaciones entre complejidad y educación. También este tema debería ser, formalmente elaborado y con rigor, el objeto de un estado del arte. Aún no existe un trabajo en esta dirección, hasta donde sabemos.

De manera general, un estado del arte semejante requeriría dos planos paralelos, pero que pueden analíticamente presentarse por separado, si se considera necesario. Uno, es el balance de las publicaciones, principalmente en artículos de revista y luego también en libros –personales o lectivos- que tratan expresamente el tema de los vínculos entre ambos campos del conocimiento. Y otro, hace referencia a los procesos académicos o de investigación o de discusión que no terminan de formalizarse o de sedimentarse en la forma de textos escritos. No existe ninguna dificultad en este segundo plano. En historia y filosofía de la ciencia el capítulo de los Colegios Invisibles es suficientemente conocido y ha sido estudiado de manera profusa y sistemática. Sencillamente, hay prácticas que terminan de materializarse de diversas maneras (cfr., por ejemplo, <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/invisible-college>).

Sin importar el orden, las siguientes son algunos de los ejes principales que pueden ser identificados sin ninguna dificultad:

En Costa Rica y Guatemala, con impacto local en Nicaragua, un eje evidente es el trabajo en torno a mediación pedagógica. Es alrededor de este eje que emerge el interés por la complejidad. En otras palabras, se trata de romper la verticalidad en los procesos de educación, el formalismo y cualquier atisbo de institucionalización. El aprendizaje debe orientarse hacia la vida y no hacia el mercado.

En varias universidades de México, existe un evidente esfuerzo por vincular educación y complejidad a partir de la identificación de la necesidad de superar las divisiones, y, por tanto, las jerarquías, entre ciencias y disciplinas.

En Colombia existe una maestría que quiere desarrollarse hacia un doctorado, cuyo énfasis ha sido la necesidad de transformar las prácticas educativas de profesores principalmente del área rural en condiciones muy específicas. El éxito ha sido notable y la calidad de los egresados ha impactado ampliamente a sus comunidades locales.

En varias universidades de Ecuador y Bolivia existe un abierto y decidido trabajo de vinculación y exploración entre ambas dimensiones, con vistas a la forma como pueden enriquecer la preocupación de saberes tradicionales –específicamente Andinos-, y en los que el conocimiento del quechua y el aymara ocupa un lugar destacado. La complejidad contribuye en estos casos a romper el hegemonismo de los saberes dominantes de corte occidental habidos hasta la fecha. No en última instancia, varios de estos trabajos se vinculan con reflexiones en torno a post-colonialidad y post-desarrollo. Las universidades Central del Ecuador y Politécnica Salesiana merecen un lugar propio al respecto, particularmente debido a que existe una producción intelectual sostenida y de calidad.

Ahora bien, hay que decir que no existe una simetría o bien una correspondencia uno a uno entre el trabajo académico y la producción intelectual en todos los casos. Generalmente se trata de la conformación de comunidades de reflexión y enseñanza-aprendizaje, antes que de producción intelectual.

Al lado de estas referencias colectivas u organizacionales –omito deliberadamente el uso de “instituciones”, un término que en absoluto debería ser empleado por quienes trabajan sinceramente educación y complejidad. Hay que decir, de pasada, que este es simplemente *wishful thinking*, pues la verdad es que hay varios investigadores de complejidad o bien de educación que usan este tipo de lenguaje-, existen diversos profesores e investigadores que adelantan un trabajo serio en la exploración y profundización de estas relaciones.

Algunos de los ejes –digamos de profundidad y que no emergen claramente a la superficie-, tienen que ver igualmente con la importancia de la desescolarización (= *home schooling*), una tendencia creciente específicamente entre familias de clase media y de cierto nivel cultural, la recuperación del pensamiento de los niños –creatividad, filosofía para niños (M. Lipman)-, y la resignificación del proceso de enseñanza-aprendizaje de cara a nuevos retos, particularmente la crisis del medioambiente. Sin embargo, la verdad es que se trata generalmente de intuiciones de exploración antes que de desarrollos sistemáticos. Basta con echar una mirada a libros, capítulos de libro, y artículos. La ciencia en general también se hace con base en intuiciones, desde luego.

En referencia a los niveles de educación en la universidad, una parte de los trabajos tienen que ver con la eventual organización del conocimiento –temas de gestión- en torno a ideas de complejidad. Se trata de exploraciones digamos tangenciales a partir de algunos estudios de nivel de doctorado por parte de estas personas.

Y finalmente, un tercer eje de investigaciones que sí aparece algo más visible es el intento por reunir o unificar las dos perspectivas, el pensamiento complejo y las ciencias de

la complejidad. Estos trabajos se orientan o bien en el diálogo recíproco, teniendo en cuenta a algunos de los principales representantes de ambas corrientes en América Latina, o bien, igualmente, en relación con un tema específico en el que el diálogo puede llevarse a cabo; usualmente, temas forestales, de matemáticas, o de sociología. Pero siempre, por alguna razón muy interesante, con un espíritu educativo o pedagógico.

Conclusiones abiertas

Existe un tema propio de reflexión en América Latina, que no está en el foco en el resto del mundo. Cabe por consiguiente elaborar una propuesta.

América Latina debe poder hacer una contribución al conocimiento de tipo mundial al respecto; por ejemplo, análogamente a como ha acontecido, en otros aspectos, en economía –el concepto de desarrollo-, en biología –la autopoiesis-, en lógica en general –la lógica paraconsistente-, o en economía también –como la economía de pies descalzos-, muy particularmente.

Dos caminos emergen ante la mirada: o bien se sistematiza y profundiza el trabajo sobre educación y complejidad y se lo presenta de forma robusta en español, o bien, se realizan avances parciales pero sólidos y se presentan en inglés. Ambas vías no son excluyentes.

La investigación en general en América Latina no merece para nada la que llevan a cabo investigadores norteamericanos, europeos o asiáticos. A título conjetural, lo que sucede en muchos casos en Nuestra América es una cierta inseguridad, acaso incluso una subvaloración de lo que se hace, o una preocupación regionalista como si no pudiera servirle el mundo también. Ya Octavio Paz escribió un hermoso ensayo al respecto en el que habla del laberinto de la soledad de América Latina. Un texto que merece siempre una nueva lectura.

Existe una pedagogía de cuño latinoamericano; eso debe quedar en claro. No necesariamente de corte estandarizado para todos y cada uno de los países del continente, pero sí con un mismo talante, una misma actitud, una misma atmósfera. Esta pedagogía que bien puede ser llamada latinoamericana –análogamente a como existe una pedagogía con base en el modelo Montessori, o una pedagogía conductista, o una más constructivista, por ejemplo-. Esta pedagogía es emergente ciertamente; con ello quiero decir reciente, aunque encuentre sus raíces muy atrás. Pero tengo la intuición de que está palpitante, aunque no termina de estar escrita. Al fin y al cabo, América Latina tiene el mérito de tener las dos miradas: la occidental, y la indígena y amerindia. No

somos una cosa más que la otra, sino una amalgama compleja que habla a varias voces.

Cabe aquí perfectamente la analogía con Hegel, en la dialéctica del amo y el esclavo: el esclavo tiene una relación directa con la naturaleza y la conoce, y conoce también la mirada del amo que se impone sobre él. En cambio, el amo tiene solamente una relación con el esclavo, y es a través suyo, que tiene algún alcance de la naturaleza. Precisamente por ello el esclavo puede vivir sin el amo, pero el amo no puede vivir sin el esclavo. La razón de ambas cosas es que uno tiene una relación y conocimiento con la naturaleza que el otro desconoce. Palabra más, palabra menos.

No existe la ciencia en general como tampoco la filosofía en general o el arte en general. Esas son abstracciones (internalistas) que deforman al conocimiento. Existe siempre, en cada caso, ciencia, filosofía y arte con un fuerte resorte cultural, en toda la acepción de la palabra. Este resorte o colchón cultural es la otra verdad (el externalismo).

Al fin y al cabo, aquello de lo que se trata con las relaciones entre educación y complejidad es de la vida misma. Y esta se vive, con todo y el tamaño colosal de Nuestra América, de una manera propia, diferente a como se la vive, digamos lingüísticamente, en inglés, francés, alemán, ruso o chino. Cada lengua es un mundo, sin duda. Una experiencia propia del mundo y la naturaleza. Pero, además, y esto puede darse por sentado sin más, desde el Cono Sur hasta Yucatán existe una proliferación de lenguas amerindias: alrededor de ciento ochenta. Casi tantas como hay países en el sistema internacional.

Sólo quiero eso: señalar en qué consiste la complejidad de aprender a la propia América Latina. Podemos aprender esta complejidad; creo que la estamos aprendiendo.

Observación metodológica

Este texto ha sido escrito con base en experiencias personales en los diferentes países y lugares mencionados gracias a generosas invitaciones que he recibido en cada caso. Sin embargo, como podrá colegirse de las referencias bibliográficas al final, he intentado sistematizar gradualmente algunas de las reflexiones que son el resultado de encuentros, lecturas y eventos académicos.

Si no hay universidades, grupos o autores que son expresamente mencionados, ello no significa un desconocimiento de su valía; simplemente, se ha tratado de un mecanismo para comprimir la fenomenología. Como queda dicho, una puntualización de nombres propios debería ser el objeto de un estado del arte. No ha sido esta mi intención aquí.

Referencias

- Kuhn, T., (1996). *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*. México, D. F.: F.C.E.
- Maldonado, C. E., (2020) “Educación y grados de libertad: el problema de la complejidad”, en: *Perspectivas desde la complejidad y ciencias sociales*, W. L. Morales Prado, T. Valdez Bubnova (Coords.), Morelos: El Colegio de Morelos, págs. 71-136; libro: pp. 1-308
- Maldonado, C. E., (2019a) *Educación e Investigación en Complejidad*, Managua: Ed. UNAN-Managua, pp. 1-242
- Maldonado, C. E., (2019b) “La educación: un caso conspicuo de rebelión en la ciencia”, en: *Praxis Pedagógica*, 19(24), 1-8; <http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.19.24.2019.1-8>
- Maldonado, C. E., (2019c) “Las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida”, en: *Biocomplejidad: Facetas y tendencias* (Villegas Ivey, M., Caballero Coronado, L., Vizvaya Xilotol, E, (Coords.)), México: Copit-arXives, págs. 257-280, ebook; libro: pp. 1-285
- Maldonado, C. E., (2018) *Política + Tiempo = Biopolítica. Complejizar la política*. Bogotá: Desde Abajo, pp. 1-270, ISBN 978-958-8926-73-5
- Maldonado, C. E., (2017a). “¿Qué es eso de educación y pedagogía en complejidad?, en: *Propuesta Educativa*, No. 47, año 26, pp. 54-67; disponible en: http://www.propuestaeducativa.flacso.org.ar/dossier_articulo.php?id=109&num=47; publicado originalmente en 2014: en: *Intersticios Sociales*, El Colegio de Jalisco, Año 4, No. 7, págs. 1-23; <http://www.intersticiosociales.com>
- Maldonado, C. E., (2017b). “Educación compleja: indisciplinar la sociedad”, en: *Educación y Humanismo*, Educación compleja: Indisciplinar la sociedad. En *Revista Educación y Humanismo*, 19(33), 234-252. <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.19.33.2642>; disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/2642/2672>
- Maldonado, C. E., (2016a) “El capitalismo académico: las universidades como entidades del mercado y mercadeo”, en: *Revista Latinoamericana de Ensayo*, año XIX,

disponible en: <http://critica.cl/educacion/el-capitalismo-academico-las-universidades-como-entidades-del-mercado-y-mercadeo>

Maldonado C. E., García-Mezza, N., (2016). “Anarchy and Complexity”, en: *Emergence: Complexity and Organization*, (March), pp. *E:CO* 2016 18(1): 52-73

Maldonado, C. E., (2015a) *Educación y pedagogía en política y relaciones internacionales. Experiencia y reflexiones*, Bogotá: Ed. Universidad del Rosario, pp. 1-162; capítulo: “El papel de la imaginación para el estudio de los sistemas complejos”, pp. 27-36

Maldonado, C. E., (2015b) “Ciencias de la complejidad, educación, investigación. tres problemas fundamentales”, en: Correa de Molina, C., Silvera Sarmiento A., Collante Caiafa, C., (Eds.), *Simposio Internacional Educación, Formación Docente y Práctica Pedagógica en Contexto*, Barranquilla: Universidad Simón Bolívar, pp. 1-498; capítulo, págs. 49-64

Maldonado, C. E., (2015c) “Precariedad e improvisación. La educación en Colombia”, en: *Le Monde Diplomatique*, No. 144 (mayo), pp. 9-10

Maldonado, C. E., (2014) “Educación de presidentes en América Latina”, en: *Le Monde Diplomatique*, Febrero, No. 130, pp. 36-37

Maldonado, C. E., (2014b) “Reflexión sobre las consecuencias políticas de la complejidad”, en: *Revista Alpha*, No. 38 (Junio-Diciembre) pp. 197-214, ISSN 0716-42-54

Wilson, E. O., (1998). *Consilience. The Unity of Knowledge*. New York: Vintage

Capítulo 4

TRES RAZONES DE LA METAMORFOSIS DE LAS CIENCIAS SOCIALES EN EL SIGLO XXI

Introducción

Es suficientemente sabido: las ciencias sociales nacieron como el proyecto de una clase social triunfante que necesitaba explicarse y comprenderse a sí misma, y a lo diferente y lo otro con respecto a sí misma. Análogamente, por ejemplo, a la novela, un invento del siglo XVIII-XIX. Este texto se divide en dos partes. De un lado, el estudio, breve, de cómo el destino de las ciencias sociales se está jugando. Y con él, pareciera también el destino de una buena parte del mundo. A la manera de los mejores mitos, el nacimiento de las ciencias sociales marcó su destino. Hasta que se hizo posible una metamorfosis de las mismas. De otra parte, la sección principal, trata de entender las razones de las metamorfosis de las ciencias sociales. De esta suerte, aquella parte es el pretexto para entender esta otra, pero sirve al mismo tiempo como su condición.

Este texto defiende una tesis, a saber, las ciencias sociales deben metamorfosearse si quieren seguir existiendo. En efecto, lo que más ha habido en la historia de la ciencia y la cultura es una enorme mortandad de conceptos, ciencias y disciplinas. La lista sería larga e incluye al flogisto, la alquimia, el éter, la fisiognómica, los espíritus animales y los homúnculos, la teología como *scientia magna*, la propia filosofía como *via regia*, y muchas más.

Vivimos una crisis sistémica y sistemática a la vez. Frente a esta crisis, pareciera haber una atmósfera de descrédito hacia la ciencia, y muy en primer lugar hacia las ciencias sociales, y también un descrédito de la razón y la racionalidad en general (Horgan. *El fin de la ciencia*, Nudler. *La racionalidad*). La importancia en general de las ciencias sociales estriba en que ellas nos dicen cómo hemos vivido y cómo podemos vivir, en toda la extensión de la palabra -con referencias directas a los planos político, económico, sociológico, psicológico y otros. El mundo está sobrediagnosticado en sus crisis. Pero parecieran no haber salidas. Un espíritu derrotista marca la obra de numerosos e importantes autores de las ciencias sociales. La lista de autores derrotistas es casi innumerable e incluye a Bauman, Morin, Popper, Byung-Chul Han, Derrida, Rorty, Habermas, Rawls, En el pasado reciente forman parte también de esta línea pesimista Freud, Husserl, Heidegger, Lévinas, Spengler, Foucault, Bordieu y Gore. Éstos son algunos de los nombres de una posición que puede denominarse sin ambages como “milenarista” (Cohn. *En pos del milenio*). En cualquier caso, social, política y culturalmente, el neoliberalismo es una forma de vida pesimista.

Este artículo no pretende, en absoluto, elaborar una lista de motivos. Más exactamente, pretende aportar algunas explicaciones de lo que ha sucedido y está aconteciendo en el mundo científico en general, y en el de las ciencias sociales, en particular. La mi-

rada se orienta hacia el presente inmediato y hacia el futuro, pero ello toma impulso de algunos procesos nucleares en el pasado.

Primera razón: el mundo cambió

De manera muy significativa, el nacimiento de las ciencias sociales es contemporáneo con la conformación de los estados-nación en Europa y alrededor del mundo. Pues bien, de manera muy precisa, la historia subsiguiente es exactamente el resultado de la idea y la existencia del estado nación: la primera y la segunda guerra mundial, las guerras de Corea, Vietnam, Irak I, Irak II, Siria, para mencionar solo las mayores. En otra latitud, es toda la historia del neo-colonialismo y la serie de invasiones a países de América Latina (sistemáticamente desde 1846 hasta el 2002, cuarenta y ocho en total). Posteriormente, superponiéndose a los nacionalismos, aparece el poder corporativo (ocho transnacionales de la alimentación a escala global, un pequeño *pull* de medios masivos de comunicación y de casas editoriales, etc.). Y siempre el complejo industrial-militar, una nueva realidad, cuando se lo mira con los ojos del pasado.

Cuando nacen las ciencias sociales y humanas vivíamos un mundo de suma cero, con todo lo que ello implica. Hoy, por el contrario, vivimos una diferente suma cero, en el que, por consiguiente, hay múltiples entrelazamientos, sensibilidades recíprocas, interdependencias en prácticamente todos los órdenes. La mariposa de Lorenza revolotea por todo el mundo, la política es hoy geopolítica, y la economía depende de decisiones corporativas tanto como de los microclimas, por ejemplo.

Las ciencias sociales y humanas se ocupan de sistemas sociales humanos, una afirmación que tendría todas las luces de pleonasmos, si no fuera por el desarrollo de estas ciencias en el siglo XXI. Originariamente, las ciencias sociales son ciencias antropológicas y antropocéntricas. Sin embargo, con el devenir del tiempo hasta descubrimos que en realidad existen tres clases de sistemas sociales: sistemas sociales humanos, sistemas sociales naturales y sistemas sociales artificiales. Lo humano como tal se complejiza. Pues bien, entre el siglo XIX y el presente aprendimos la profunda crisis medioambiental como nunca antes ninguna época lo había presenciado (cfr. primero y segundo informes al Club de Roma 1971-1977, el cuarto informe elaborado por von Weizsäcker de 1996, entre otros). Sin la menor duda, el más difícil de todos los problemas es hoy por hoy la crisis del medioambiente y lo es porque es inseparable de otras crisis del mundo moderno.

De manera puntual, la crisis del medioambiente pone de manifiesto un hecho sin

igual en la historia de la humanidad. Mientras que tradicionalmente el input y el output coincidían: en el ser humano, hoy, por primera vez, el input y el output son diferentes. En aquella interpretación, son los seres humanos quienes actúan y toman decisiones, en función del propio bienestar e interés humano. En este otro caos, por el contrario, el input son los seres humanos, pero el output es la naturaleza. Así, el antropocentrismo en toda la extensión de la palabra queda desplazado en favor de, llamémoslo, un ecocentrismo o biocentrismo.

De consuno, varias ciencias y disciplinas emergieron que contribuyeron a transformar radicalmente la imagen en la que surgieron y vivieron durante mucho tiempo las ciencias sociales. Cabe destacar a la etología (Lorenz, Tinbergen, de Waals), la endosimbiosis (Margulis) y la epigenética (Waddington, Jablonka y Lamb). Por su parte, la biología en general, y en particular la biología de sistemas, ha puesto de manifiesto que los seres humanos son holobiontes, esto es, bastante más naturaleza, que otra cosa. De esta suerte, la imagen clásica del ser humano como el epicentro o el cénit de la creación estalló en mil pedazos, dando lugar a una visión más amplia, incluyente, en la que las jerarquías y las centralidades en el universo y en la naturaleza se revelaron como pseudo-problemas. En este marco, aprendimos la idea de que vivimos una era secular (Taylor. *A secular age*), en la que nuevas formas de ética y más exactamente un pluralismo ético y axiológico fueron reconocidos y tematizados ampliamente. En el espectro humano, hemos llegado a aprender la idea de un pluralismo de humanismos, sin que ninguna pueda erigirse como preferencial o superior a cualquier otro. Manifiestamente, el mundo ha terminado por volverse crecientemente complejo.

En el tiempo transcurrido entre mediados del siglo XIX y el presente tuvieron lugar numerosos eventos totalmente inesperados en su momento: la revolución rusa de 1917, el martes negro de 1929, el ascenso al poder de Hitler, la conformación de dos bloques rígidos en medio de la guerra fría, explosiones de centrales nucleares en Estados Unidos y en la Unión Soviética, la revolución cubana, la rebelión de 1968 en Mayo y, en general, todos los movimientos sociales y políticos en los años 60, el surgimiento de la teología de la liberación, la crisis energética de 1977, la caída del Muro de Berlín, la crisis económica de las empresas .com alrededor de finales del siglo XX, el Brexit, la irrupción de la China como una gran potencia actualmente y verosímilmente como la primera potencia mundial en todos los órdenes en el futuro inmediato, por mencionar tan sólo algunos de los más significativos.

Concomitantemente, la ciencia aprendió en general nuevos conceptos, teorías y disciplinas que correspondieran a este mundo. Entre estas cabe destacar, la teoría de perturbaciones, la teoría de fluctuaciones, la incertidumbre (Heisenberg) y en general la

física cuántica (Forman), la teoría de sistemas (Von Bertalanffy y otros), las sinergias (Haken), el caos (Lorenz), las catástrofes (Thom), la complejidad (Weaver, Kolmogorov, Chaitin), los equilibrios dinámicos (Prigogine), las redes complejas (Barabasi, Strogatz), la percolación (Grimmett), la inteligencia de enjambre (Dorigo, Beaubau), la topología (Smale), la cohomología (Penrose), por ejemplo. En todos los casos se trató del proceso mediante el cual se acuñan conceptos, categorías y metáforas a fin de poder explicar un mundo en general que ya no existía en el equilibrio. Antes, por el contrario, se trata de un mundo marcado por *procesos*, no ya por estados. Dicho sucintamente, y a ello apunta exactamente la idea de un mundo diferente de suma cero, el mundo general aprendió la no-linealidad. Y debimos aprender a vivir con ella. Las ciencias sociales y humanas no fueron ajenas a estas dinámicas, fenómenos y comportamientos.

Segunda razón: aparecen nuevas formas de ver, de explicar, por tanto, nuevos métodos y nuevas técnicas

Cuando aparecen nuevos fenómenos, nuevos comportamientos o nuevos sistemas, se configuran, concomitantemente, nuevos lenguajes que permiten hacerlos visibles y explicarlos. La historia de la humanidad ha estado indudablemente vinculada a la historia misma de la escritura, en el sentido más amplio de la palabra. En el espectro humano social, la escritura aparece como la memoria de la palabra hablada. Sin ambages, esta memoria ha sufrido dos revoluciones: la primera, con la invención de la imprenta (verosíblemente gracias a Gutenberg en el siglo XV), y luego con la aparición de internet, en los años 1980.

De manera puntual, internet llegó para transformar la forma como vemos el mundo y la realidad, y cómo los seres humanos se relacionan consigo mismos y con el entorno. Las metamorfosis de las ciencias sociales en el curso del siglo XX y XXI son indudablemente el resultado de la llegada de internet. Más exactamente, se trata de la aparición de la web 1.0, 2.0, 3.0 y la discusión en curso acerca de la web 4.0. Tres instancias resultan determinantes en este proceso: el aprendizaje de máquinas (*machine learning*), el aprendizaje profundo (*deep learning*) y los sistemas expertos. Todo ello apunta hacia una doble dirección: la inteligencia artificial y la vida artificial. En esta historia, el surgimiento de la web profunda (*deep web*) termina por configurar un escenario de máxima complejidad informacional. En la base de esta historia se encuentra, manifiestamente, el papel del computador y de la computación. Dicho de manera puntual, el computador es una herramienta conceptual: tiene memoria, tiene sintaxis, tiene semántica, aprende por sí mismo, y cuando no está prisionero de la carcasa

(*hardware*), existe en el mundo como robótica, a saber, como robótica y robótica de enjambre.

Pues bien, en el plano de la sociedad en el sentido primero de la palabra, en el lapso que transcurre entre el texto fundacional de A. Comte y hoy, aparecen las cuatro revoluciones industriales, con todo lo que ello implica, y la ciencia clásica conoce la segunda revolución científica (la teoría cuántica) y la tercera revolución científica (las ciencias de la información y el procesamiento de la información). Una revolución industrial es en general una revolución en el trabajo y en la forma de organización del trabajo. Cabe decir que las ciencias sociales clásicas (esto es, aquellas eminentemente y distintivamente antropológicas y antropocéntricas), son prácticamente contemporáneas con la primera y la segunda revolución industrial. La tercera revolución industrial aparece en el año 2011 y la cuarta revolución es anunciada originariamente en el 2016. Como se aprecia, y este constituye un motivo determinante de la segunda razón de la metamorfosis de las ciencias sociales, el ritmo de desarrollo del conocimiento ha llegado a ser, más que exponencial, hiperbólico. La interfaz sociedad-tecnología al mismo tiempo responde a este ritmo hiperbólico y contribuye a catapultarlo.

Metodológicamente, uno de los conceptos más importantes cuando han nacido las primeras ciencias sociales es la “variable”; hoy, por el contrario, es la idea de datos y grandes bases de datos. Un cambio absolutamente sin igual. De esta suerte, los métodos y las técnicas para ver el mundo y la realidad se transforman radicalmente, y aparecen así el modelamiento y la simulación. Todo parece constituir una unidad compleja y dinámica. En otras palabras, las viejas metodologías, basadas en observación, descripción, formulación de hipótesis y demás se hacen al cabo vetustas e insuficientes para comprender la complejidad de la realidad en general. La distinción entre métodos cualitativos y métodos cuantitativos corresponde, en rigor, a la primera revolución científica; esto es, a la ciencia clásica o la ciencia de la modernidad. Lo mismo acontece con la idea de métodos mixtos o híbridos.

El computador en general, la computación e internet y las *web* –la superficial y la profunda– constituyen memorias de las palabras, de los actos y los gestos. Reflejan la vida del mundo y contribuyen a su vez a esculpir la faz misma de las sociedades y los individuos. La grafía ya no es la única o la principal forma de comunicación, y tampoco constituye la principal forma de memoria de las palabras, los actos y las vidas. Existen hoy por hoy muchas formas de expresión; las redes sociales y numerosas aplicaciones son la mejor forma como aparece la sociedad y el mundo ante sí mismos. A esto habría que agregar YouTube y varios otros canales. Todo lo anterior se concentra en un título genérico, a saber: la inteligencia artificial. Ciertamente ante el panorama

anterior existen voces temerosas y conservadores, críticas de la vida ante las pantallas, tanto como voces optimistas y emancipadoras que reconocen que el conocimiento, por primera vez, es un bien de la humanidad y no pertenece a nadie. Las ciencias sociales son simplemente el terreno de batalla entre unos y otros. Como quiera que sea, como se aprecia sin dificultad, una segunda razón de la metamorfosis de las ciencias sociales son las nuevas formas emergentes y que a la fecha se materializan como la tercera y la cuarta revolución industrial, que introducen nuevas herramientas, nuevos métodos, nuevos lenguajes, nuevas estructuras, nuevas visiones y formas y estilos de vida. Las ciencias sociales y humanas tradicionales no podían saber nada de esto. Pero hoy deben poder aprenderlo.

En síntesis, dicho puntualmente, el computador y la computación, de un lado y, de otra parte, pero estrechamente vinculada a la anterior, la web, configuran realidades al mismo tiempo culturales, científicas y metodológicas que impactan ampliamente la vida de las sociedades y de los individuos, acaso, análogamente, como en su momento lo hizo la escritura primero y la imprenta luego. Las ciencias sociales y humanas no pueden abstraerse de estas nuevas estructuras y dinámicas. Aunque la realidad es que permanecen aún lejanas a la computación y a la web, en el sentido más preciso y fuerte de la palabra.

Tercera razón: cambió el ecosistema de las ciencias y el conocimiento

Concomitante con las dos razones anteriores, la tercera razón tiene que ver con un hecho de una radicalidad aún mayor. Se trata de que el ecosistema entero del conocimiento, esto es, de las ciencias y disciplinas cambió profundamente. Quisiera detenerme en dos hechos contundentes de este cambio del ecosistema del conocimiento. De una parte, de manera significativa, se trata del Informe de la Comisión Gulbenkian, dirigido directamente a las ciencias sociales, consistente en el llamado a abrir las ciencias sociales. A primera vista, se trata de un llamado poco comprensible. En efecto, las ciencias sociales siempre han estado abiertas al mundo, a la sociedad, a la realidad. La forma más puntual como fueron llamadas muy pronto luego de su nacimiento fue como una “física social”. De manera atávica, la mayoría de las ciencias sociales hablan y trabajan con la idea de “trabajo de campo”, “pasantías”, “salidas de campo” y otras expresiones similares. Si es así, abrirse al mundo sería una idea redundante e incluso trivial.

Pues bien, una mirada cuidadosa al Informe pone de manifiesto que, por el contrario, y de manera fundamental, se trata de la invitación a las ciencias sociales a que se

abran... al otro grupo de ciencias, las ciencias naturales, físicas y exactas, para decirlo con el lenguaje propio del siglo XIX. De hecho, la verdadera interdisciplinariedad no sucede cuando hay diálogo de ciencias y disciplinas al interior de una misma familia, sino, por el contrario, cuando sucede entre familias distintas: las ingenierías, las ciencias naturales, las ciencias sociales, las humanidades. Excepto por alguna aproximación, por lo demás, superficial o artificiosa por parte de la economía, las ciencias sociales y humanas han sido distintivamente cualitativas y anuméricas. El aparato matemático de las ciencias sociales, por ejemplo, es escaso, si es que acaso llega a estar presente.

En estrecha relación con lo anterior, el otro elemento determinante del cambio del ecosistema del conocimiento consiste en la aparición y la distinción entre la gran ciencia y la pequeña ciencia (de Solla Price. *Little Science, Big Science... and Beyond*). En verdad, contra toda apariencia, que haría pensar acaso en la aparición de nuevas ciencias y disciplinas sociales y mixtas en el marco de las ciencias sociales en el transcurso del siglo XX y lo que va corrido del siglo XXI, la configuración de la gran ciencia y la pequeña ciencia marca asimetrías profundas, y acaso irreconciliables. La gran ciencia se caracteriza porque funda programas de investigación y trabaja en torno a programas de investigación. En contraste, la pequeña ciencia se organiza alrededor de grupos y líneas de investigación. La gran ciencia es ciencia que compete e interesa por igual a científicos, ingenieros, humanistas, tomadores de decisión, militares, financistas, administradores y a sectores de la sociedad civil. La pequeña ciencia, por el contrario, interesa tan solo a los investigadores de cada área o experticia. Enormes equipos humanos, tecnológicos, financieros y logísticos sostienen y catapultan a la vez a la gran ciencia y muy importantes recursos de energía, económicos y políticos pivotan en torno a la gran ciencia. Literalmente, miles de investigadores constituyen y definen a la gran ciencia (en su mejor momento, por ejemplo, el proyecto Manhattan reunía alrededor de 5000 investigadores, la inmensa mayoría con Ph.D; el CERN, por ejemplo, aloja permanentemente a alrededor de 2500 investigadores, entre físicos, químicos, matemáticos, ingenieros, entre otros, la gran mayoría también con título de doctorado, además de aquellos investigadores itinerantes o a distancia que colaboran con el CERN). De manera distintiva, la gran ciencia trabaja fuertemente en redes de investigación, a escala nacional, continental y mundial. Dicho de manera puntual, algunos ejemplos de la gran ciencia son el Proyecto Manhattan, el CERN, el Proyecto Genoma Humano, el Proyecto y la Iniciativa BRAIN, la NASA, la Agencia Espacial Europea, la exploración y conquista del espacio extraterrestre, y varias otras. La tabla 1 sintetiza la asimetría entre la pequeña ciencia y la gran ciencia.

Tabla 1. La asimetría grande entre la gran ciencia y la pequeña ciencia

Gran ciencia	Pequeña ciencia
Programas de investigación	Líneas y grupos de investigación
Investigación básica	Investigación aplicada y experimental

Fuente: *Elaboración propia.*

En la base de la tabla 1 se podrían indicar algunos de los problemas fundamentales que, originándose en los terrenos de las ciencias sociales y humanas, podrían ser incluidos dentro de la gran ciencia: los problemas medioambientales, sociales y de salud (o médicos). En cualquier caso, quisiera decirlo de manera puntual y directa: las ciencias mal llamadas duras integran, grosso modo, a la gran ciencia. Por su parte, en su conjunto, las ciencias sociales siguen formando parte de la pequeña ciencia. Como se aprecia, la tercera razón de la metamorfosis de las ciencias sociales en el siglo XXI plantea un enorme reto de orden epistemológico, metodológico y organizacional para las ciencias sociales y humanas.

Sintetizando: ¿Hacia dónde se produce la metamorfosis?

Como se aprecia sin dificultad, asistimos hoy por hoy a una complejización de las ciencias sociales que ya nada tienen que ver con el programa Comtiano. Literalmente, las ciencias sociales y humanas han dejado de ser exclusiva y distintivamente humanas y sociales-humanas. Han debido aprender otras tradiciones, otros lenguajes, otras metodologías. Ha habido transformaciones profundas al interior de varias de las ciencias sociales y humanas; asimismo, se han modificado las relaciones, de vecindazgo, digamos, si cabe, con otras ciencias. El mundo cambió, por definición, de manera impredecible. Y ulteriormente todo el ecosistema del conocimiento se transformó, modificando ulteriormente la forma como la sociedad se ve a sí misma y se hace posible a sí misma. El nombre puntual de este cambio son las revoluciones industriales. Sin embargo, es suficientemente sabido que éstas se deben a transformaciones en los planos de las técnicas y las tecnologías, tanto como de la producción y el corpus científico y de investigación. No en última instancia, tanto el aparato productivo, como el propio trabajo y el sistema de educación se encuentran a la vez atravesados por estos procesos y son una de las fuentes de los mismos.

Digámoslo de manera directa y puntual. La razón por la que las ciencias sociales han debido transformarse radicalmente es que han tenido que hacerlo si quieren seguir

existiendo. Solo que existirán, sugerimos, con otros nombres, con otras expresiones, en otras dimensiones. Nada obliga a las ciencias sociales y humanas a que deban seguir existiendo. Al fin y al cabo, lo que más ha habido en la historia de la civilización humana, análogamente a la evolución de la naturaleza, es una enorme mortandad de ciencias, disciplinas, conceptos, categorías. Desde la fisiognómica hasta el flogisto, desde la teología como ciencia magna al éter; la lista sería verdaderamente amplia. Nuevas ciencias sociales están emergiendo que no tienen absolutamente nada que ver con aquellas que surgieron en el curso del siglo XIX y comienzos del siglo XX. Pues bien, la metamorfosis no se produce al interior de una sola, cualquiera, de las ciencias sociales y humanas. Tampoco se trata de un cambio en algunas de ellas. Más radicalmente, se trata de una transformación genética, por así decirlo, que modifica a todos los integrantes de las ciencias humanas y sociales. Un cambio en el genotipo, y no solamente en el fenotipo (Kaku. *Physics of the impossible*). Emergen, en consecuencia, nuevas ciencias sociales y humanas, que incluso ya no se llaman de esa manera. Se trata de las ciencias sociales complejas (complejidad de las ciencias sociales), las ciencias sociales cuánticas, las neurociencias sociales, las ciencias sociales interdisciplinarias, las ciencias sociales computacionales, las ciencias sociales del no-equilibrio, en fin, la ciencia social generativa.

Conclusiones abiertas

Las ciencias sociales se complejizan, debido a la complejización misma del mundo y de la realidad. La complejización de las ciencias sociales significa exactamente que han dejado de pensar en términos de causalidad, en cualquiera de sus variantes, que han aprendido la no-linealidad, en fin, que han aprendido de la incertidumbre del mundo y la realidad, y que han aprendido, ulteriormente, nuevos métodos, aproximaciones, lenguajes y experiencias de ciencias a las que nunca estuvieron efectivamente abiertas. Frente a los avatares del mundo y la naturaleza, la ciencia de punta ha ampliado de manera antes inimaginable su espectro. La buena ciencia ya no piensa ni estudia única o principalmente lo real, lo que hay, lo que sucede, lo que está allí. Además, ha aprendido a pensar en lo posible. Y es sabido que las matemáticas son exactamente el trabajo con espacios de posibilidades.

Queremos sostener que los cambios expresados en las tres razones anteriormente mencionadas han producido un giro sin igual en la ciencia en general. La buena ciencia de punta ya no piensa única ni principalmente lo que sucede, lo que hay, lo que es, lo real (como se lo quiera denominar). Además, y fundamentalmente la buena investigación de punta se ocupa (cada vez más) por lo posible. Esto es, por los desarrollos probables, hipotéticos y contingentes de lo que hay, lo que sucede, lo que está. Pues bien, como

resultado de la complejización del mundo y de la ciencia en general más radicalmente aún, la ciencia ha comenzado a aprender a pensar lo imposible. Esto es, lo que anteriormente era inimaginado, inaudito, inverosímil. Sin la menor duda, la simulación ha hecho una contribución importante al respecto. Lo que otrora parecía inimaginable, inopinado, inaudito, se revela ahora como posible e incluso como necesario. Pensar lo imposible y en ocasiones trabajar para que sea efectivamente posible, es más, bastante más que simplemente pensar en utopías.

Quisiera terminar empleando una analogía que distingue entre cine de industria y cine de autor. El cine de autor termina siempre en punta: *open-ended conclusion*. Se trata de ilustrar, primero, que existe hoy por hoy, como resultado de la transformación del ecosistema de las ciencias, genéricamente, una ciencia de lo imposible; no ya solamente de lo real y de lo posible. La tabla 2 sintetiza los modos de la ciencia lo imposible, señalando los orígenes, los modos y algunos de los autores que se encuentran en el origen de las ciencias de lo imposible. Quisiera decirlo a manera de conclusión: una ciencia de lo imposible es el resultado de la profunda transformación de las ciencias sociales y humanas.

Tabla 2. Modos de ciencia de lo imposible

Origen	Modo	Autores
Matemáticas, lógica y filosofía	Paradojas, como la del hotel infinito de Hilbert, o el abuelo y la máquina de viajar en el tiempo, o de Russell	D. Hilbert, Peano, B. Russell, y muchos más
Lógica	Teorema de la incompletitud de Gödel	K. Gödel
Física cuántica	La incertidumbre de Heisenberg	W. Heisenberg
Economía	Teorema de imposibilidad de Arrow	K. Arrow
Matemáticas, topología, teoría de homología	Cohomología	Kolmogorov, S. Smale, R. Penrose

Teoría de las probabilidades, estadística, complejidad	Cisnes negros	N. Taleb
Teoría de la complejidad computacional	Problemas indecidibles, en el marco de la teoría de la complejidad computacional	Turing, Karp, Cook y Levin
Teoría de la computación, hipercomputación	Cualquier máquina que no obedezca la tesis Church-Turing	A. Church, A. Turing, Syropoulos
Ciencias de la complejidad, teoría de la computación	Hipercomputación biológica	M. Burgin, S. Cooper, Maldonado y Gómez-Cruz
Matemáticas, estadística, teoría del valor extremo	La transición de eventos raros a eventos imposibles	G. King and L. Zheng, Maldonado

Fuente: *Elaboración propia.*

A título ilustrativo, las ciencias sociales han debido explicar fenómenos que eran imposibles hasta que sucedieron: el martes negro de 1929, el ascenso al poder por parte de Hitler en 1933, la caída del muro de Berlín en 1989, las explosiones de las centrales nucleares de Three Mile Island de 1979 y Chernóbil en 1986, la elección de jesuita argentino como Papa, Francisco, y muchos otros más. Lo imposible ha aparecido en la historia de la ciencia, en ocasiones, como posible, y a veces, como real efectivamente. Sin exageraciones, el destino del mundo puede depender a veces de la capacidad para hacer ciencia incluso de lo imposible. Pues bien, las condiciones, hoy, para pensar lo imposible, y para trabajar con ello son: la imaginación, la fantasía, las pompas de intuición, algunas de las lógicas no-clásicas, la simulación, y el uso de grandes bases

de datos, y por tanto la analítica de datos. Como se aprecia, estas son unas conclusiones abiertas. La explicación detallada de la Tabla 2 constituye el objeto de otro texto aparte.

Bibliografía

Couloubaritsis, L., (2014). *La philosophie face à la question de la complexité. La défi majeur du 21e siècle. Tome 1: Complexités. Intuitive, archaïque et historique. Tome 2: Complexités scientifique et contemporaine.* Bruselas: Ousia

Prigogine, I., Stengers, I., (1983). *La nueva alianza. La metamorfosis de la ciencia.* Madrid: Alianza

Watson, P., Watson, P., (2017). *Convergencias. El orden subyacente en el corazón de la ciencia.* Barcelona: Crítica

Capítulo 5

CIENCIAS SOCIALES IRREGULARES

Introducción

Cuando nacen, las ciencias sociales están marcadas por la mecánica clásica desarrollada por Galileo-Newton. La mecánica clásica es, simple y llanamente, la explicación del mundo y la realidad en términos reduccionistas (= tres leyes únicamente), deterministas (= el pasado determina el presente) y mecanicistas (= un robusto aparato físico-matemático). En el curso del siglo XIX la mecánica clásica se fortalece con la mecánica estadística. Las contribuciones de Achenwall, A. Quetelet –*physique sociale*, y *l'homme moyen*, el hombre promedio), Laplace, y en el siglo XX Galton y Pearson, entre otros, son determinantes. La realidad social debe explicarse mediante leyes (científicas), y estas leyes, al cabo, son esencialmente probabilísticas, particularmente en el caso de los sistemas sociales humanos. De esa suerte, la estadística se convierte en el lenguaje normal de las ciencias sociales. Grosso modo, se impone así una comprensión mecanicista de la realidad social. Sin ser la única, esta es, de lejos, la corriente dominante (*mainstream science*) de trabajo, investigación y explicación en las ciencias sociales, hasta la fecha.

La idea de base no es difícil: la imagen que se tiene en las ciencias sociales se corresponde con la imagen que se tiene de la naturaleza en las ciencias exactas o naturales. Pues bien, tres ideas son dominantes sobre la naturaleza en la historia de Occidente; estas son:

- i) La naturaleza como creación divina;
- ii) La naturaleza como entidad orgánica;
- iii) La naturaleza como máquina.

En el primer caso, la naturaleza obedece a planes de la divinidad y estos planes son, ulteriormente, de equilibrio y armonía. Ahora, el carácter orgánico de la naturaleza fue ampliamente dominante en la historia de la humanidad, pero a partir del siglo XVII es desplazada por la concepción de la naturaleza como una máquina. En cualquier caso, como unidad orgánica, la naturaleza sabe, por sí misma, de estabilidad y auto-conformación. Finalmente, la naturaleza es vista como una máquina que, si bien algunas partes pueden ser reparadas y reemplazadas, finalmente obedece a principios físico-matemáticos de equilibrio a través de ciclos periódicos regulares. La historia de estas tres concepciones ha sido narrada numerosas veces.

Con la ciencia clásica termina siendo predominante, hasta el día de hoy, la concepción de la naturaleza como un reloj, justamente como la creación del Gran Relojero. (Por esta misma razón, no sin ironía, Dawkins se burlará mediante el recurso al llamado

“relojero ciego”). La naturaleza es una gran máquina que sabe de ciclos y regularidades, y con ellos o a través de ellos, es finalmente un sistema de equilibrio natural.

Como con acierto señalara, de un lado, M. Weber, y por otra parte I. Prigogine, una visión semejante desencanta el mundo. Todo está sometido a estructuras rígidas; el lenguaje en el que termina por sedimentarse esta comprensión es el de las instituciones. Aparece, al cabo, el institucionalismo y el neoinstitucionalismo. De esta suerte, emerge, una vez más el Uróboro, pues una explicación mecanicista del mundo social tiene como consecuencia la implementación mecanicista de organizaciones y acciones sociales y colectivas.

En este texto pretendo desplazar el foco de la mirada hacia un ángulo bastante poco apreciado en la epistemología y la filosofía de las ciencias sociales. Mientras que lo estándar es, por ejemplo, el debate entre funcionalismo y estructuralismo, o marxismo y neoinstitucionalismo, etnografía e investigación acción-participación, microhistoria y estudios culturales, entre muchos otros, sin olvidar el sempiterno debate entre ciencias sociales y ciencias naturales o exactas-, poca o ninguna atención se ha prestado a la consideración acerca de la ausencia de ciclos en los fenómenos y las dinámicas sociales. Este es el tema de base de este texto.

La tesis que se defiende aquí es que el cambio existe en todas las escalas de tiempo, y no existen ciclos ni periodicidades ni regularidades en las dinámicas sociales, en ninguna acepción de la palabra. Como se aprecia, se trata de una tesis fuerte. Llamaré a este ángulo como ciencias sociales irregulares. Esta tesis implica tres argumentos. Estos son: primero, un reconocimiento rápido de la situación de las ciencias sociales hoy ante el mundo. Sobre esta base, el texto ataca directamente el argumento: la irregularidad, y formula algo más en extenso la tesis de este texto. El tercer argumento explora las consecuencias de la tesis enunciada en varios dominios científicos y disciplinares. Al final, como conclusiones se señala que las ciencias sociales irregulares se encuentran en la misma longitud de nada que la ecología y la biología y se presentan algunas razones. Se trata, evidentemente, de conclusiones abiertas.

Las ciencias sociales ante un mundo lleno de eventos raros

Las ciencias sociales nacen a la luz o a la sombra de la mecánica clásica y si su estructura mental es correspondiente con ésta. Este fue el sueño de Comte, y las ciencias y disciplinas sociales que nacieron en el curso del siglo XIX y buena parte del siglo XX se ajustaron a este marco o criterio. La sociedad humana y sus temas y problemas fueron explicados en términos de equilibrios y estabilidad, o lo que es equivalente,

de periodicidades, trayectorias, regularidades; no en última instancia hubo científicos sociales que hablaron de leyes de la economía, la historia y la sociedad. Sin la menor duda, el concepto de “fuerza” es la mejor expresión de una concepción mecanicista de la sociedad y los seres humanos (“fuerzas sociales”, “fuerza de trabajo”, “fuerzas de la historia”, y otras). Como quiera que sea, toda la ciencia moderna es ciencia que pivota en torno a las ideas de equilibrio y de estabilidad.

El objetivo de este texto no es el de elaborar esta historia –que ha sido contada numerosas veces-. No obstante, al cabo, se llegó incluso a esa versión peligrosa de Luhmann de una sociedad –sistémica- sin sujetos (y que tanto agrada, por lo demás, a Habermas). Esta puede ser identificada, sin duda alguna, como una de las cumbres más altas de las ciencias sociales normales.

Mientras que las ciencias sociales, dicho grosso modo, explicaron las dinámicas sociales en acuerdo a estructuras, leyes, fuerzas y probabilidades y siempre buscando ver estabilidad, el siglo XX y lo que va del XXI, para decirlo de manera sintética, las asaltó constantemente con sorpresas. Sin ser exhaustivos, cabe mencionar: la *grande guerre drôle* de 1914 que debería haber sido breve, fue eterna para ambas partes. Rusia vio la revolución de los bolcheviques, en un país que no tenía ningún gran desarrollo capitalista. Alemania conoció la República de Weimar y todas sus aventuras y avatares, al cabo de los cuales, sorpresivamente, un austríaco mediocre llegaría al poder con un partido minoritario. Se sembraban así las semillas de la segunda guerra mundial. Al mismo tiempo, E.U. conocía el Marte Negro de 1929. Japón vio las dos bombas, en Hiroshima y Nagasaki y el mundo supo de lo inimaginable. Luis Carlos Prestes se adelantó en Brasil a la gran marcha de Mao, una epopeya que sólo ha recuperado la literatura, nunca la historia o la política. En medio de los años dorados y sus secuelas, 1977 conoció la crisis del petróleo. Antes, mayo de 1968 significó muchas cosas: la teología de la liberación, los tanques soviéticos en Checoslovaquia, la crisis del neocolonialismo –francés e inglés- en África. En noviembre de 1989 cayó el Muro de Berlín, algo que no vieron venir ni Tirios ni Troyanos. En 2008 se produjo una crisis sin igual en el mundo del libre mercado y aparecieron países “cerdos” (PIGS, el acrónimo para designar a Portugal, Irlanda, Grecia y España). En fin, un argentino jesuita sería elegido Papa, contra todos los pronósticos en la historia. *Last but not least*, en noviembre de 2019 irrumpe la primera pandemia en un mundo globalizado, la crisis del Covid-19 –o SARS-CoV-2- con dinámicas y consecuencias que nadie pudo anticipar de manera alguna. Cruzando transversalmente esta historia, se aprendieron tres cosas adicionales: el calentamiento global, la crisis climática y la idea de catástrofe ambiental.

Ante todos estos fenómenos las ciencias sociales –como de hecho todas las otras ciencias y disciplinas- sólo pudieron hacer predicciones retrospectivas –lo cual, en verdad,

es bastante poco inteligente-, y elaboraron, en el mejor de los casos, modelos descriptivos.

Todos estos, y muchos otros, fueron acontecimientos imprevisibles, inauditos, sorprendentes. Literalmente, eventos raros; un concepto propio de complejidad (Maldonado, 2016). Lo significativo de estos y otros fenómenos radica en la total ausencia de referentes en la historia, y, por tanto, en su imposibilidad para ser explicados en términos de ciclos, periodicidades, regularidades.

En este marco general, nacieron las ciencias de la complejidad, con la intención de pensar y explicar dinámicas no-lineales, emergencias, turbulencias, fluctuaciones, inestabilidades, autoorganización, transiciones de fase de primer y de segundo orden, y otras características próximas y semejantes. Pues bien, quiero sugerir que la casi totalidad de científicos, investigadores y académicos dedicados a la complejidad siguieron explicando los fenómenos, sistemas y comportamientos en términos de equilibrios dinámicos y de patrones (*patterns*). La idea de ciclos, regularidades y periodicidades continuó prevaleciendo. En realidad, la ciencia –por más que pretendiera ser de punta (*spearhead science*)– continuó siendo influenciada por creencias culturales fuertemente acendradas. Y de todas, de lejos, la creencia en equilibrios, estabildades y regularidades armoniosas.

Subrayemos esta idea: un evento raro tiene varios rasgos característicos: es irrepetible, no reproducible, por tanto, es altamente improbable, es singular y con respecto a él no cabe ningún tipo de generalizaciones. Pues bien, en rigor, y contra todas las apariencias y atavismos, la inmensa mayoría de fenómenos estudiados en ciencias sociales y humanas son eventos raros: por ejemplo: jamás hubo una circunvolución de la tierra como la que llevó a cabo Magallanes; nunca más se descubrió un continente como América en 1492; no hubo otra revolución como la de 1789 o la de 1917, en Francia y en Rusia; jamás existió un *análogon* al Renacimiento italiano con sus características y avatares (no obstante incluso a pesar de ese texto clásico de Panofsky, *Renacimiento y renacimientos en el arte occidental*). Nunca volvió a existir un conquistador como Genghis Kan y su historia; jamás hubo una historia de amor con las consecuencias que existió entre Cleopatra, Augusto y César. La lista puede ampliarse a voluntad. La dificultad estriba en que la estructura mental de las ciencias sociales estuvo marcada por: a) por creencias en una divinidad armoniosa y benevolente; b) la física clásica y la ingeniería y las ideas equilibrio y estabilidad; o bien, incluso c) por una concepción orgánica u organicista que sabía de regularidades, ciclos y balance, al cabo. Así las cosas, dicha estructura mental se acostumbró a pensar, acriticamente, en procesos generales, historia universal, y demás. Un grave error que le impidió ver la complejidad del mundo. Hasta que la complejidad –esto es, la aleatoriedad, la impredecibilidad, lo

imposible e inimaginable-, las asaltó por la puerta de atrás.

El primer argumento aquí es que ni siquiera la complejidad, *avant ou après la lettre*, estuvo en capacidad de ver y anticiparse a fenómenos altamente improbables. Verdaderos cisnes negros. La razón es que siguieron pensando en generalidades, procesos de universalización y ciclos y regularidades, y la mejor expresión para ello fue mediante la búsqueda de “patrones” (*patterns*). Ciertamente que las ciencias de la computación influyeron mucho en el surgimiento de la complejidad y que estas, a su vez, ayudaron al propio desarrollo de la computación (H. Pagels). La idea de patrones (*patterns*), fue reforzada por parte de las matemáticas y de la computación. Sin embargo, con los patrones, la idea de equilibrios siguió permeando a las ciencias sociales. La bibliografía al respecto es amplia y conocida por los expertos en el tema.

Todos los investigadores de complejidad siguieron pensando en ciclos y regularidades, menos uno: B. Mandelbrot. Cabe girar entonces la mirada hacia el segundo argumento aquí.

Entendiendo la irregularidad

Mandelbrot constituye un caso excepcional en el panorama científico actual, y de hecho en toda la historia de la ciencia. Padre de los fractales y los multifractales –geometría de fractales es el nombre formal-, se caracterizó siempre por un fuerte espíritu de independencia. Poco antes de su muerte (octubre, 2010), escribe y publica sus memorias: *El fractalista* (edición en inglés de 2012; traducción al español de 2014), en las que dejó en claro su carácter rebelde e inconformista, la historia de su vida y formación, así como su biografía intelectual, y la explicación precisa sobre qué significan propiamente los fractales.

En verdad, Mandelbrot (2014) expresamente lee su contribución a la ciencia, y por extensión a la cultura humana, a saber: la geometría de fractales, como una *teoría de la irregularidad*. Así lo deja ver ya desde el inicio de sus memorias:

“Así pues, en estas memorias, déjenme decirles quien creo que soy y cómo es que llegué a trabajar durante años en *la primera teoría de la irregularidad* y a tener la recompensa de ver su transformación en un aspecto de una teoría de la belleza (Mandelbrot, 2014: 13) [énfasis, C.E.M.].

Y más adelante:

“Extraña, pero casi ineluctablemente, aquel cordel, aquella separata, terminó

por conducirme a algunos de los temas principales de mi vida científica: la falta de uniformidad, la desigualdad, la irregularidad, y el concepto (así como la palabra) de fractalidad” (Mandelbrot, 2014: 161).

De este modo, la complejidad de un fenómeno no consiste –contra todas las apariencias- en su carácter no-lineal en el que suceden o es posible encontrar patrones, sino, mucho mejor, en la ausencia de cualquier tipo de regularidad. Así, la complejidad de un fenómeno o sistema es exactamente lo que se denomina un *evento raro* (Maldonado, 2016). Los eventos raros son irrepetibles y únicos.

En términos estadísticos, un evento irregular se explica como una cola larga y ha sido llamado igualmente como un “cisne negro” (por N. Taleb, no en vano un estadístico creativo y altamente crítico, casi iconoclasta); esto es, se trata de toda aquella clase de fenómenos que son *altamente* improbables. El énfasis debe tomarse en serio: extremadamente improbables. Huelga subrayar que un evento semejante es singular.

La dificultad –al mismo tiempo cognitiva, psicológica y emocional- radica en el deseo (*wishful thinking*) de querer atajar la aleatoriedad por donde sea; y acaso el mejor de los trajes concebidos hasta la fecha para contener a la aleatoriedad sea la idea de patrones. Pero, la verdad, la aleatoriedad es una mujer fugaz y caprichosa, antojadiza y poco previsible, y siempre altamente seductora. Encanta, pero desespera, según parece.

Mucho más que su conocido libro fundamental, *Geometría fractal de la naturaleza* (1982), es en un libro tardío donde aparecen sus ideas sobre irregularidad: *Fractals and Chaos. The Mandelbrot Set and Beyond*, de 2004. En este libro se hacen explícitos los fundamentos de los fractales, que son temas como las mediciones de Minkowski y sistemas caóticos hamiltonianos, aspectos bastante más técnicos que pueden quedar aquí provisoriamente de lado. El concepto mediante el cual cabe sintetizar la irregularidad en la naturaleza es el de aspereza o tosquedad (*roughness*).

Podemos leer:

“...fractal and multifractal geometry provided the beginnings of a workable and useful approach based on the surprising fact that, both in nature and culture, roughness is very often fractal. In one field after another, *fractal geometry became the first tool which made it possible to help shape a theory of roughness*” (Mandelbrot, 2004: pp. 195-196) [subrayado, C.E.M.].

Mandelbrot habla de todas las demás geometrías que buscan simetrías y suavidad – esto es, por ejemplo, la geometría euclidiana, las geometrías no euclidianas de Bolyai, Lobachevsky y Riemann, la geometría de geodésicas y muchas otras-, en contraste con

la aspereza de los fractales, como de geometría sometidas (*meek geometries*). Se trata digámoslo expresamente, de geometrías sometidas a los deseos y las creencias para ver en todas partes regularidades, ciclos, lisura, equilibrio y estabilidad. En otras palabras, la capacidad de ver irregularidades corresponde a un espíritu irreverente, libre, crítico o inconforme; digamos, con Kuhn y otros: revolucionario.

Digámoslo de manera franca y directa: la naturaleza cambia en todas las escalas de tiempo y sin ciclos ni regularidades. Una geometría que logre entender este aspecto no puede llamarse como una geometría sometida –a las creencias, siempre atávicas y acríticas; es, por el contrario, una geometría con rasgos libertarios. La vida sucede, mucho más que en los llanos y los valles, en las comisuras, en los intersticios, en las montañas, los pliegues y los lugares de refugio naturales, como las cuevas y en las esquinas del mundo. Una metáfora semejante no es para nada esquiva a las ciencias sociales y humanas.

De hecho, ya en la propia naturaleza, gracias a la ecología, notablemente, los trabajos de L. van Valen formularon hace tiempo ya, en 1973, la famosa hipótesis de la reina roja –como en *Alicia en el País de las Maravillas*-. De acuerdo con esta hipótesis, en un ecosistema, las especies deben cambiar constantemente a fin de mantenerse en el sistema. En pocas palabras, la supervivencia o la adaptación implican cambios incessantes. El equilibrio, la estabilidad o la permanencia no existen en la naturaleza. Se trata de creencias – acientíficas, por decir lo menos.

En la historia de la ciencia en general y en el caso de las ciencias de la complejidad en particular, las ideas de Mandelbrot han permanecido generalmente marginales. De lejos, el panorama dominante (*mainstream*) son las redes complejas, hoy en día. Y bastante menos, el caos. Pero los fractales sólo aparecen ante una mirada de expertos, no en la primera aproximación para neófitos y ciertamente no en la base de los que recién entran al estudio de este grupo de ciencias y disciplinas. Parte de la razón de esto estriba en el propio carácter independiente y no gregario de Mandelbrot. Por ejemplo, por el hecho de que fue siempre reacio a participar en los circuitos de conferencias. En cualquier caso, los fractales, –con notables contribuciones a numerosos campos como las finanzas, la geometría, la no-linealidad, el caos y las propias matemáticas-, permanecen como provocación en el espectro académico y de investigación. Una parte importante estriba en sus dificultades técnicas: Son matemáticas *at its best*.

Pues bien, hay una dúplice idea en la base de la irregularidad. Se trata del tiempo, que todo lo cambia, cuya primera unidad de base no depende directamente de los sistemas vivos y, a la vez, de los procesos de adaptación, subsiguientemente.

De entrada, el tiempo es algo que los sistemas vivos no controlan, pero no es tampoco

periódico ni cíclico, contra todas las creencias. Cabe considerar que los sistemas vivos no controlan el tiempo precisamente porque no hay una única temporalidad, sino muchas, innumerables temporalidades. Y en esto consiste la verdadera complejidad. Así las cosas, cabe decir que el tiempo es para los sistemas vivos el título en el que se condensan las fuerzas de la naturaleza, en fin: el medioambiente – en general y en su indeterminación.

Cabe identificar, por ejemplo, los tiempos cósmicos –marcados por supernovas 1a y por agujeros negros-, y que dan lugar a tres tipos de mediciones: años luz, unidades astronómicas (UA) y parsecs. Asimismo, en el caso de la biosfera, que es en realidad, como mínimo un sistema de tres cuerpos, distinguimos las interacciones entre la Tierra y la luna, entre el sol y la Tierra, y entre el sol y la luna. Esto da lugar a fenómenos como los vientos, el magnetismo, los océanos y ritmos acuáticos. Existen, desde luego, los ritmos circadianos, con todo y según los calendarios solares o lunares. Existen los llamados ciclos biogeoquímicos, que tienen todo, menos un carácter periódico y regular. La climatología lo ha puesto suficientemente de manifiesto, con sus incidencias en la historia. Están, también, los tiempos moleculares, del sistema inmunológico, del genoma y de los sistemas nerviosos, el encefálico y el entérico (o mesentérico). Y encima, claro, los tiempos sociales, económicos, sexuales y emocionales. Entre muchos otros. Usando el lenguaje de la ecología, los sistemas vivos existen en las tensiones entre procesos homeorréticos y homeostáticos, y estas tensiones son esencialmente irregulares.

Como se aprecia sin dificultad, la irregularidad es la regla en la naturaleza. No se ve por qué habría de ser diferente en la sociedad y en la vida de los individuos. Y si se habla de ciclos, de patrones y de equilibrios dinámicos es, para decirlo rápidamente con Wittgenstein, porque “el lenguaje se va de vacaciones” (*Investigaciones filosóficas*, 38). Es decir, por mecanismos de economía de palabras y para efectos de simplificación y rapidez.

En síntesis, la idea de irregularidad aparece como novedosa y atípica. Y sí, entonces no cabe elaborar al respecto modelos generales. Cada sistema complejo posee su propia complejidad. Y, así las cosas, es posible hacer ciencia de fenómenos particulares en cada caso: antropología de cada país, sociología de cada región, economía de cada bioma, historia de cada pueblo y cultura, en fin, lingüística de cada unidad idiomática, historia comparada, y demás. La riqueza del mundo y la naturaleza descansa exactamente en la diversidad y la multiplicidad, en la impermanencia y el cambio incesante.

Irregularidad y ecología de saberes

Los eventos raros son aquellos propios de la biología, la ecología, las ciencias sociales y humanas y las artes, particularmente. Es decir, se trata de los grupos de ciencias, disciplinas y parte de las humanidades que nada tienen que ver con cuerpos inanes, aino con los más complejos de todos los sistemas; los sistemas sociales humanos: siempre, esencialmente imprevisibles, con interacciones no-lineales, carentes de cualquier regularidad, variables y caprichosos, por ejemplo.

En verdad, si algo confiere sentido a las instituciones humanas (*horribile dictum*) es su denodado esfuerzo por convertir a los seres humanos en agentes predecibles, controlables y manipulables; en una palabra, en sistemas físicos. Para ello, las instituciones humanas (*sic*) implementan rituales, conciben estrategias como Misión, Visión, Objetivos, Estrategia, Himno y Bandera, acentúan la idea de jerarquías, y destacan la necesidad del control por sobre todas las cosas; particularmente por encima de la libertad, la autonomía y el criterio propio. Y siempre, subterráneo, el estudio de riesgos, la prospectiva y las diferentes versiones de la planeación estratégica.

Y, sin embargo, para decirlo coloquialmente, siempre salta la liebre. Si es así, el paradigma de tipo fiscalista se desbarata en mil pedazos, pues los cuerpos físicos son inmensamente más simples que los sistemas vivos o sociales. Resulta, así, un embeleco pretender elaborar modelos generales, explicaciones universales, comprensiones lisas y planas, que pierden la riqueza de las diferentes geografías (física, humana, y demás).

Más exactamente, contra la ciencia y la filosofía tradicionales y normales, las ciencias sociales –análogamente a la biología y las ciencias de la vida– tratan de *excepciones*. Las excepciones son (por definición) irregulares, eventos raros. En otras palabras, se trata de atender, estudiar y comprender comportamientos irrepetibles, sistemas irreversibles, fenómenos impredecibles, cambios súbitos e imprevistos, acontecimientos únicos o singulares, inflexiones, situaciones límites. Esto es, como se aprecia fácilmente, todo lo contrario de lo que la tradición platónica-aristotélica transmitió y la historia que se sigue o que depende de ella.

Para estudiar esta clase de fenómenos, comportamientos y sistemas emergen nuevos lenguajes, nuevas ciencias y disciplinas; y son adecuadas, entonces, el empleo de isomorfismos, homeomorfismos, fractales y multifractales, lógicas no-clásicas y otras.

En términos epistemológicos, se trata de ver lo que nadie más ha visto –antes o hasta el momento–, pensar en lo impensado, ver lo que (aún) no existe, en fin, pensar lo posible e incluso lo imposible, antes que simplemente lo real, en cualquier acepción de la palabra. Quisiera decirlo de manera breve y directa: emerge, así, una nueva epistemo-

logía – en y gracias a las ciencias sociales y humanas. Esta es la verdadera contribución de una ciencia –o ciencias- de la irregularidad.

En verdad, de manera típica la estructura mental predominante en Occidente fue deductiva, o también hipotético-deductiva. Es decir, se elaboraron rápidamente generalizaciones y se gestionó el mundo a partir de las mismas. En el lenguaje de la lógica puede decirse de manera precisa: fue el imperio de los cuantificadores universales: “todos”, “siempre”, “nunca”, etc. Este tipo de ciencia o pensamiento pasó por alto las particularidades, las excepciones, y estableció mapas generales de conocimiento, y acción. El mundo, literalmente, se volvió regular, y por ello, estándar, promedio. La estadística llegó para darle racionalidad a un mundo semejante: ley de grandes números, medias, medianas, promedios, matrices, vectores y demás. Y todo lo demás: por fuera (desviaciones estándares, parametrización, y otros sistemas de exclusión). Fue, para decirlo con una voz autorizada, “el hombre mediocre” (J. Ingenieros).

Manifiestamente, las irregularidades, los eventos raros, los acontecimientos atípicos y las excepciones no forman parte de la realidad; manifiestamente no de la ciencia (y la filosofía) normal. Puede decirse que pertenecen a la dimensión de lo posible, e incluso de lo imposible. Si es así, entonces se trata de pensar y conocer lo posible y lo imposible antes que lo real, como lo fáctico, y lo dado y lo a-la-mano (*zubanden sein*).

En este marco, la cohomología es un campo de las matemáticas vinculado al estudio de los conjuntos abelianos, que abarca una amplia variedad de teorías. (En matemáticas, una teoría es un campo sólidamente establecido, y no simplemente conjetural, como en física). Pues bien, la cohomología se ocupa exactamente de espacios, figuras y estructuras imposibles. Digamos, en referencia a la segunda sección arriba, que la gran mayoría de fenómenos sociales son imposibles; esto es, eran imposibles hasta que aparecieron. Estos fenómenos imposibles son, exactamente, irregulares. Pues bien, es posible y necesario hacer ciencia de eventos irregulares. Las ciencias sociales y humanas son las primeras en entender este llamado. Al fin y al cabo, es la vida lo que está en juego.

Muchas de las teorías cohomológicas se vinculan estrechamente con la teoría de catástrofes (R. Thom) –una de las teorías de las ciencias de la complejidad-, tanto como con la geometría de fractales. Pues bien, este señalamiento tiene aquí por lo menos un valor indicativo: es posible hacer buena ciencia de irregularidades, y existe, mucho mejor todavía, un cierto ecosistema de ciencias, teorías y saberes de irregularidades: Ciertamente marginales o alternativos, cuando se los mira con las luces de la ciencia normal (*mainstream*). La historia de la ciencia no es jamás la historia de acuerdos, pactos, convenios y tratados. Muy por el contrario, es la historia de debates, críticas, luchas, desacuerdos y disputas; argumentales y de demostraciones, eso sí.

Algunos de los componentes de una ecología de saberes irregulares incluyen a: el teorema de imposibilidad de Gödel, el cual rompe toda la tradición que cree en, y afirma, la importancia de tautologías; en otras palabras, quiebra la idea de la existencia de un sistema deductivo (= las matemáticas) completo y consistente). Asimismo, cabe incluir el teorema de imposibilidad de Arrow, que tiene serias implicaciones en economía y ciencia política, incluso en medio de los debates entre Arrow y A. Sen; el estudio en general del colapso (J. Diamond) y de las sociedades y formas sociales que han fracasado (P. Ormerod); las cosmologías –que rivalizan con el modelo estándar, la teoría inflacionaria del big-bang-, entre las cuales la cosmología cuántica tiene alta plausibilidad; algunas de las lógicas no-clásicas, como la lógica erotética (= lógica de la pregunta) que muestra que a una respuesta es perfectamente legítimo responder con otra pregunta, en fin, incluso ese programa abierto que es la exobiología, una derivación importante de los programas SETI (*Search for Extraterrestrial Intelligence*) y la búsqueda de exoplanetas.

En todos y cada uno de los casos, se trata de investigar en términos de excepciones; es decir, de fenómenos no generalizables, irregularidades y eventos raros. Un nuevo y sugestivo panorama emerge ante la mirada sensible. Por decirlo menos, las ciencias sociales irregulares están en buena compañía, un reconocimiento importante en tiempos y espacios en los que el llamado a comprensiones cada vez más inter, trans, y multidisciplinarias va siendo mayor y con voz más fuerte.

Conclusiones abiertas

En contextos de crisis sistémicas y sistemáticas, la ciencia generalista es inocua y peligrosa. Las ciencias sociales y humanas no tienen por qué ajustarse, ni reducirse a, los esquemas lógicos, metodológicos y epistemológicos sembrados por Platón y Aristóteles por la ciencia moderna. Más exactamente, las ciencias sociales pueden y deben cambiar. El camino que se abre ante ellas es la irregularidad. “El mundo cambió, por definición, de manera impredecible. Y ulteriormente todo el ecosistema del conocimiento se transformó, modificando ulteriormente la forma como la sociedad se ve a sí misma y se hace posible a sí misma” (Maldonado, 2019: 120).

Los sistemas sociales humanos son casos particulares de los sistemas vivos. Esta idea, antes que una inclinación a caer (¿nuevamente?) en el biologismo, significa que existen más semejanzas que diferencias entre la biología en sentido amplio, y concomitantemente, por tanto, también la ecología, y las ciencias sociales y humanas. La condición para entender esta idea es la que poner sobre la mesa los cuatro rasgos más distintivos de la biología hoy:

- i) El enfoque evo-devo-eco (esto es, la confluencia o integración entre evolución, desarrollo y ecología);
- ii) La biología de sistemas (y por tanto toda la importancia de las llamadas “ómicas”, que implican el estudio de redes e interacciones (glucómica, metabolómica, genómica, y otras);
- iii) La epigenética (cuyo mérito principal es el de poner de manifiesto que existen dos cosas: naturaleza y cultura, sino una sola) y,
- iv) El descubrimiento reciente del cerebro entérico (es decir, que existen dos cerebros: el sistema encefálico y el sistema nervioso entérico o mesentérico que se encuentra en los intestinos con aproximadamente el mismo número de neuronas).

Aquí, por razones de espacio tan sólo puede quedar señalada esta idea.

En la vastedad del universo, ningún fenómeno más impredecible e imposible que la vida, esto es, los sistemas vivos. Al universo le costó dos terceras partes de su historia –hasta donde sabemos claramente- para ver el surgimiento de la vida, hace alrededor de 3.800 millones de años. Los sistemas vivos cumplen una función única y determinante, a saber: reducir la entropía y mantener baja la entropía. Sólo así se hacen posibles a sí mismos. Y la forma como lo hacen consiste en la introducción incesante de asimetrías, discontinuidades y rupturas en el mundo; que no es son la forma técnica para hablar de creatividad, innovación, adaptación, aprendizaje y cambio.

La idea no es difícil: a fin de permanecer, la mejor estrategia es el cambio. Y este sucede en todas las escalas de tiempo y sin ciclos ni regularidades. Una doble conclusión que debe quedar aquí, provisoriamente, abierta.

Bibliografía

Maldonado, C. E., (2019) “Tres razones de la metamorfosis de las ciencias sociales en el siglo XXI”, en: *Cinta Moebio* 64: 114-122; doi: 10.4067/S0717-554X2019000100114; disponible en: <https://cintademoebio.uchile.cl>

Maldonado, C. E., (2016). “El evento raro. Epistemología y complejidad”, disponible en: <http://www.moebio.uchile.cl/56/maldonado.html>, No. 56, pp. 187-196; doi: 10.4067/S0717-554X2016000200006

Mandelbrot, B., (2014). *El fractalista. Memorias de un científico inconformista*. Barcelona: Tusquets

Mandelbrot, B., (2004). *Fractals and Chaos. The Mandelbrot Set and Beyond*. Springer Verlag

Capítulo 6

PROBLEMATIZAR Y PENSAR PARA INVESTIGAR

Pensar y formular problemas en ciencia y en filosofía

Introducción

La verdadera investigación es aquella que, además de brindar nuevas luces sobre el problema de que se ocupa, logra transformar al propio investigador. De lo contrario, se trata de una investigación epidemiológica; esto es, ciencia normal. Y es sabido que la ciencia normal normaliza a la gente. Contra todas las apariencias –análogamente lo que sucede en otro plano con la ética- no se debe ni se puede enseñar a investigar. A investigar se aprende; la antropología suministra buenas indicaciones de esta idea.

La condición para investigar consiste en la capacidad para formular problemas. Ahora bien, cuando es auténtica, la identificación de problemas es una experiencia análoga a estar verdaderamente enamorados. Un problema no emerge de la cabeza; cuando es verdadero, nos atrapa cuando y donde menos lo esperamos. Lo mejor que puede decirse es, por ejemplo, a la manera de Heidegger, que debemos estar abiertos al o a los problemas. Pero cuando nos llega, no poseemos el problema; el problema nos tiene, desde los intestinos, si cabe.

Pocas cosas dan qué pensar, pero esas pocas son siempre radicalmente vitales. Por el contrario, la inmensa mayoría de situaciones y momentos apenas, en el mejor de los casos, son fenómenos que hay que conocer. Si de un lado, Maturana y Varela ponen de manifiesto que el conocer cobra sus raíces en la biología misma, cabe, adicionalmente, decir que el pensar encuentra sus raíces en situaciones excepcionales; eventos raros, digamos. Pero si ello es así, el pensar y el azar se reconocen como paralelos y biunívocos, por decirlo de alguna manera.

En ciencia, como en filosofía, por ejemplo, todo se trata, finalmente, de encontrar propicios momentos para pensar. Pero cuando ello tiene lugar, entonces el investigador pone, sin que lo sepa, partes de sí mismo, literalmente, en su trabajo. Algo sobre lo cual la metodología de la investigación científica nada ha dicho; en contraste, la poesía sí ha hecho de este tema un problema explícito.

La investigación, revisitada

Los griegos antiguos disponían de un concepto amplio que abarcaba a la ciencia y a la filosofía: la episteme. Semánticamente hablando, la episteme se situaba en un rango propio, diferente a los tradicionales *noein* (Anaxágoras) y *legein* (Platón y Aristóteles). Mientras que el *noein* (*nous*) va a ser prácticamente desconocido en la historia de la humanidad subsiguiente –con la notable excepción de la filosofía fenomenológica de Husserl–, el *legein* (*logos*) si adquiere un carácter protagónico y de hecho marca por completo la historia de los últimos 2500 años.

Naturalmente que el concepto de investigación existía entre los griegos –*setemi*–, pero no tiene, en manera alguna, la importancia que los otros dos conceptos poseen en los tres períodos de la Grecia antigua: el período arcaico, el clásico y el helenístico. La investigación irá adquiriendo un carácter propio de forma paulatina a partir de las contribuciones de los escoceses –notablemente Hume, y luego, en un espectro distinto, Locke- (*inquiry*) hasta llegar, en el curso del siglo XX y XXI a definir con aire propio todo el espíritu de la academia (por ejemplo, en la distinción entre investigación formativa e investigación científica), la ciencia, la tecnología y la filosofía. En este sentido, es imposible hoy por hoy ser filósofo, científico o ingeniero, sin investigar, y es la investigación la que permite distinguir a las profesiones de los niveles más avanzados del conocimiento.

Como tal, la investigación alcanza su epítome a partir de los trabajos fundamentales de I. Lakatos, quien formula exactamente la idea que habrá de marcar subsiguientemente a las políticas de ciencia y tecnología de los Estados, gobiernos y universidades hasta la fecha, a saber: la identificación de los *programas de investigación científica*, a diferencia y en contraste con los programas de investigación metafísica. Sin la menor duda, la derivación de estos programas da lugar, posteriormente, al desarrollo de la ciencia de segundo orden, esto es, la cienciometría, con todos sus capítulos y componentes, tales como la infometría, la bibliometría, la epistometría, y otros semejantes. Este es el marco general en el que vive y tiene sentido el estudio de la investigación.

No pretendo aquí repasar la arquitectura de la investigación, pues es suficientemente conocida y los textos y trabajos al respecto son amplios y populares. Por el contrario, me interesa un aspecto algo más sutil, a saber: las condiciones de la investigación, más allá de temas y aspectos políticos, sociales logísticos o de gestión.

Investigar es, contra todas las apariencias, algo que ni puede ni debe enseñarse. A investigar se aprende. Más exactamente, la investigación es un fenómeno que se aprende con la interiorización de los procesos y dinámicas, y en el seno de una comunidad de

investigación. En otras palabras, a investigar se aprende, análogamente a la ética, con el ejemplo (Maldonado, 2016a).

Cabe retomar aquí, por lo menos a modo de referencia, la distinción que establece Kuhn entre ciencia normal y ciencia revolucionaria, para decir que, bien entendida, la investigación es justamente la inflexión que permite entender la inflexión que de la ciencia normal conduce, como ruptura o quiebre, hacia la emergencia de nuevos paradigmas. Por definición, investigar equivale entonces a (intentar) pensar, descubrir o inventar algo nuevo. En otras palabras, investigar algo que ya se sabe o es sabido resulta trivial. Sólo que la investigación no es un momento o un estado; por el contrario, se trata de un proceso.

Como es suficientemente sabido, el atractor –bastante extraño–, por lo demás que jalona al proceso investigativo es la producción de nuevo conocimiento; no sola y simplemente la socialización del conocimiento. Esta idea, sin embargo, se dice fácilmente, pero resulta endemoniadamente difícil de ser plenamente entendida y alcanzada.

A fin de comprender lo anterior, cabe distinguir –no oponer– entre dos ámbitos básicos: conocer o conocimiento y pensar o pensamiento. Como adecuadamente lo han puesto de manifiesto particularmente biólogos, el conocimiento encuentra sus raíces en la biología; esto es, más explícitamente no en aquellas instancias que otrora predicaran psicólogos, filósofos y teólogos; así, por ejemplo, en el entendimiento, en la razón, en el alma, en la conciencia, o en el juicio. Lo que hacen los seres vivos para vivir es al mismo tiempo lo más grandioso y lo más peligroso que pueden llevar a cabo: conocer. Exactamente en este sentido, el conocimiento explora, arriesga, apuesta, inauspiciosa. Así las cosas, conocer y vivir son una sola y misma cosa.

Cabe decir, a título simplemente conjetural, que conocer es una condición para poder pensar. Una aproximación amable a esta idea es el reconocimiento explícito de que, en condiciones de urgencia, en situaciones límites, en procesos de exploración culturales, por ejemplo, ingenieros o médicos, físicos o matemáticos, biólogos o gobernantes, son necesarios, entre otros. Pero en el imaginario social, el pensador es un plus cuya importancia generalmente pasa desapercibida. En otras palabras, para vivir o sobrevivir, conocer bien el entorno, los materiales y las capacidades es suficiente. Pero el pensar, o bien se lo da por sentado, o bien es sencillamente desconocido. Toda la cultura popular –un ámbito fundamental en sociología tanto como en antropología, en estudios de área tanto como en estudios culturales, por ejemplo, esto se pone así de manifiesto.

Digámoslo de manera enfática: para investigar el conocimiento es un presupuesto, pero lo que verdaderamente se hace en la investigación es un ejercicio de pensamiento.

Y la finalidad del pensamiento desborda con mucho la del mero conocer. Conocer, de hecho, es el objeto mismo de las profesiones, y no sin razones, la ingeniería social del momento la resalta en términos del desarrollo de competencias, habilidades y destrezas, conjuntamente con aprendizaje significativo, con la intención de hacerse competitivos. En consecuencia, la investigación es tanto condición como resultado del pensar, y el pensar se revela, así como una forma de vida que se sitúa en un plano diferente al de los oficios y las profesiones⁴; esto es, puntualmente, al del conocimiento.

El conocer implica una actitud determinada; esa que adecuadamente Foucault denomina, *mutatis mutandi*, como de la exterioridad⁵. El conocimiento siempre está volcado sobre otra cosa: el mundo, la naturaleza, los otros. Pero cuando el conocimiento hace de sí mismo un objeto o un tema o problema, adquiere otro sentido; por ejemplo, el de reflexión, el de meditación o el del pensar.

Pensar es un proceso que transforma a quien lo lleva a cabo, justamente como la investigación, cuando es auténtica y radical. El conocimiento, por su parte, transforma al objeto conocido, pero no por ello, necesariamente a quien lleva a cabo el acto o el proceso de conocer. Esto puede ilustrarse muy bien desde otra luz, en los siguientes términos.

La investigación existe efectivamente porque se plasma en escritos que, absolutamente, tienen la condición de ser publicados. Artículos, capítulos de libro, libros, etc. W. Whitman, en un plano diferente al de la ciencia o la filosofía: la poesía, sostenía con razón que leer poesía consiste en poder identificar con qué órgano escribe quién. Whitman mismo confesaba que él escribía con el estómago, y si en efecto se lee con detenimiento *Canto a mí mismo* o bien *Hojas de hierba*, es posible ver –esto es, exactamente: sentir– que Whitman escribe con el estómago. En el mismo sentido, por ejemplo, Beaudelaire escribe con los intestinos, y Verlaine con la garganta.

Lo que quiere decir lo anterior es que un texto es verdaderamente bueno si se logra saber o identificar el pedazo de pulmón, de hipófisis o de riñón, por ejemplo, que quien escribe –aquí: quien investiga– pone en lo que escribe. Contra el positivismo de

4 *Grosso modo, cabe decir que un oficio consiste en hacer las cosas (bien). La profesión en saber hacer (bien) las cosas. Por su parte la ciencia en general consiste en el proceso de reflexión, cambio, transformación, cuestionamiento, tanto acerca del hacer (bien) las cosas como del saber hacerlas (bien).*

5 *Sé que Foucault habla expresamente de “pensamiento de la exterioridad”. Tomo la expresión en el sentido genérico de la palabra y no de la reflexión aquí en torno al pensar como tal, propiamente dicho.*

cualquier cuño, un texto científico en el que con una mirada reflexiva no se trasluce un pedazo de quien lo escribe es aséptico, quizás bueno técnicamente, pero al cabo insignificante desde el punto de vista de la historia del conocimiento. Esto es, justamente, en el proceso de creación de nuevo conocimiento.

Sin embargo, la verdad es que el pedazo de cuerpo o de vida que quien escribe pone en su escrito no debe, en manera alguna, ser evidente a una simple mirada. Es sólo como resultado de un estudio, lectura y relectura, y un proceso de comprensión del texto que, acaso, llega a hacerse intuitivo, para decirlo con Whitman, el órgano con quien alguien escribe; o bien, el pedazo suyo que ha puesto en el escrito de que se trate. La investigación transforma a quien investiga.

De manera sorprendente, la inmensa mayoría de quienes “investigan” son conducidos a la investigación a partir de motivos, razones o incentivos externos. Laborales, generalmente, acaso de conveniencia y supervivencia. Esta clase de situaciones no permite una investigación verdadera; sólo una producción, más o menos regular, de textos de calidad diversa, cuya finalidad, ulteriormente es garantizar al capitalismo académico (Maldonado 2016b), o también al capitalismo cognitivo (Moulier Boutang, 2007).

Para la mayoría de investigadores existe una (gran) presión para investigar y plasmar en productos materiales los avances y los informes finales de la investigación. En realidad, alrededor del mundo, son muy pocos los que hacen investigación como un asunto de placer, con fruición. Aquellos terminan publicando, y hasta obteniendo algún que otro reconocimiento por lo que publican. Estos otros, por el contrario, alcanzan los placeres del pensar, y con seguridad es la obra que logra perpetuarse más en el tiempo; justamente esto que eufemísticamente se denomina en los corrillos académicos, “impacto”, factor de impacto.

La verdadera investigación implica redes, aparatos de apoyo de todos los órdenes –administrativos, financieros, y demás-. Sin embargo, la auténtica investigación se lleva a cabo por parte de *outliers*, esto es, académicos y científicos que se salen de la media, no se circunscriben a los estándares y promedios, y definitivamente se encuentran lejos de los ámbitos de la mediocridad (Cfr. Ingenieros, 1967). Las condiciones que propician pero que al mismo tiempo la investigación misma promueve son democracia, libertad de pensamiento, espíritu libre, autonomía, criterio propio, independencia y mucho espíritu crítico y reflexivo. Estas son justamente las razones por las que la investigación en el sentido fuerte y excelso de la palabra constituye una excepción hoy por hoy, y no simplemente una estrategia y un asunto de gestión del conocimiento, que es lo que aparece en realidad ante una mirada simple y desprevenida.

Esta situación es análoga a lo que acontece con la innovación. Todo el mundo se llena

la boca hablando de innovación en varios contextos y con acentos diversos, pero la verdad es que las instituciones le temen a la innovación. Así, el cambio, la innovación y la producción de nuevo conocimiento son en realidad excepciones y alternativas, no políticas, planes ni objetivos claramente trazados con anterioridad.

Tener problemas

Contra todas las apariencias, la inmensa mayoría de la gente no tiene problemas. No en el sentido prestante que adquiere el término en la investigación. Con todo y que, en numerosas ocasiones, los problemas cumplen la función para la mayoría de la gente de factores de selección. La vida se les va quedando en el afrontamiento de los problemas, y los problemas terminan cobrando la vida de las personas. Problemas como celos, deudas, odios, rencores, y muchos otros ardides que no son en realidad problemas, sino verdaderamente trampas mortales.

Un problema, en el contexto de la investigación tiene cualquier otra acepción distinta a dificultad, embrollo o trampa, por ejemplo. En este sentido, el lenguaje que se emplea en ciencia y en filosofía en nada se corresponde con el lenguaje común y corriente que se usa en la calle todos los días. Los investigadores, como ha sostenido un autor, son una clase particular de seres humanos, pues aman los desafíos, los retos y las dificultades (puzles). Más exactamente, definen su vida enteramente en torno al amor por los problemas, puesto que saben que cuando resuelven un problema, hay diez más que aparecen entonces inmediatamente.

Los problemas constituyen, metodológicamente hablando, el ADN de la investigación, o del pensar. Sin problemas nadie piensa, pero pensar entonces es bastante más que resolver problemas. En sentido propio, pensar crea nuevas dimensiones, nuevos mundos, nuevas alternativas inexistentes anteriormente, y así, el pensar responde a los problemas creando posibilidades, imaginando divergencias y no convergencias. El pensar jamás reacciona ante los retos y las dificultades, y ciertamente no en el sentido newtoniano de la palabra. La mente no es otra cosa que una creadora de nuevos mundos y nuevas realidades.

Los verdaderos problemas en ciencia como en la vida constituyen no simplemente cuestionamientos a un estado de cosas anterior o prevaleciente, sino, más radicalmente, la necesidad de cambiar un fenómeno, un comportamiento, un sistema determinados.

En este contexto vale recordar a Einstein. En el contexto del debate de Copenhague,

decía el físico alemán que, si verdaderamente se quiere resolver un problema, esto exige cambiar el marco en el que surge el problema. Así, bien entendido entonces, esto significa modificar el marco lógico, el marco epistemológico, el marco semántico, el marco sintáctico en los que surge un problema. Pero estos no son los únicos marcos. Asimismo, se hace indispensable cambiar el marco científico, el marco filosófico y el marco cultural en el que surge el problema. Pero, más radicalmente, ello conlleva también, de manera inevitable, a modificar de raíz el marco social, el marco político, el marco económico y el marco de valores en el que emerge el problema en cuestión. De lo contrario, no se habrá hecho nada y definitivamente el problema no habrá quedado resuelto, en modo alguno. En ciencia y en metodología un problema que se aborda y se explica, sin que se cambie verdaderamente nada, se denomina una investigación epidemiológica.

Einstein mismo, como muchas veces sucede en la historia del conocimiento, jamás fue enteramente consciente del alcance y el significado de lo que estaba planteando.

Para el verdadero investigador, sus problemas no son un simple asunto de horarios de oficina. Los problemas del investigador no se encuentran en el tiempo objetivo, anidan en su corazón, o en su vientre, o en su hipófisis, o en algún otro lugar recóndito. Un problema no simplemente se lo piensa; se lo siente. Constituye una verdadera experiencia metafísica en el sentido de que modifica de raíz la existencia monótona, regular, parsimoniosa y cíclica de la vida común y corriente. Tenemos ante nosotros un auténtico oxímoron: los problemas que dan qué pensar y que definen a la investigación producen verdadera fruición en el investigador.

Para quien piensa, una vida llevada en preguntas, cuestionamientos, reflexiones, críticas, cambios de puntos de vista, juegos de imaginación y experimentos mentales, es una forma de vida propia. Más allá de los entrenamientos de la vida cotidiana, más allá de los criterios mismos de estandarización y demás que prefiguran la existencia de la mayoría de los seres humanos. Exactamente en este sentido aparece una contradicción, pero que no es trivial: pensar no es un fenómeno normal, y manifiestamente no se cifié a los parámetros normales de distribuciones normales, ley de grandes números, o campanas de Gauss, en ningún sentido.

Pensar ciertamente exige un esfuerzo, y más que disciplina, digamos constancia. He aquí otro oxímoron, a saber: en numerosas ocasiones pensar demanda un estilo de vida de mucha insistencia, trabajo y dedicación, pero el pensar carece de parámetros en cualquier acepción de la palabra. Visto de forma externa, el pensador parece alguien desprovisto de los ritmos habituales de la vida cotidiana, pero internamente son ciclones y tormentas, abismos y cordilleras, acompañados de vientos suaves y valles los que configuran, definen y determinan al pensar mismo. Por fuera todo parece re-

lativamente calmo; pero por dentro son tsunamis arrebatamientos los que jalonan al pensamiento mismo. El balance entre ambos, cuando existe, se plasma en una obra significativa, de valor trascendente.

Pensar es pensar sobre problemas. Los problemas complejos

El pensar se aparece ante los esclavos como una actividad ociosa, y sí: la verdad es que pensar es una sola y misma cosa con el ocio. Los griegos antiguos lo llamaban *scholé*, los franceses lo denominan como *loisir*, y los angloparlantes se refieren a él como *leisure*. Los alemanes se acercan bastante a la idea de ocio cuando lo comprenden como *Freizeit*. Tiempo libre. O lo que es equivalente en esa experiencia cultural ya muerta que es el *kairós*: el tiempo oportuno, el tiempo de lo oportuno, el tiempo que no está en el tiempo (objetivo), en fin, el tiempo del alma, como decían los medievales, místicos y no místicos.

Pensar exige ocio y a la vez produce ocio – en contextos y tiempos de eficiencia, eficacia, productividad y control social a través de diversas ingenierías sociales. Ocio significa todo lo opuesto a trabajo, a labor, o a tarea, algo que en los contextos de gestión en general, y de gestión del conocimiento en particular generalmente se omite o se ignora. Más exactamente, no existen indicadores del ocio o para el ocio, por la sencilla razón que el ocio no pertenece al tiempo objetivo o cronológico. Pues bien, es en el ocio cuando en el pensar aparecen los problemas – aquellos que definen por su radicalidad y forma de vida a la investigación, en el mejor de los sentidos.

El tiempo del pensar puede ser dicho entonces de una dúplice manera: como el *kairós*, o lo que es equivalente como el ocio, y es entonces cuando los problemas que definen y constituyen al pensar emergen en propiedad.

Quisiera decirlo de manera directa: no hay que buscar los problemas. Por el contrario, hay que dejar que ellos nos asalten, por definición, súbita e inopinadamente. En esto exactamente consiste el estar abiertos – abrirnos a los problemas, abrirnos al mundo, abrirnos a los misterios y enigmas. Cuando tenemos problemas, en realidad es como cuando estamos enamorados: nos volvemos psicóticos, pues el amor es una experiencia psicótica. Estar enamorados significa volvernos psicóticos, y cuando no lo estamos, impera el principio de realidad, y entonces las normas y las costumbres germinan, así siempre, el aburrimiento y la desidia.

Abrirnos al mundo, estar abiertos al tiempo y al espacio, abiertos incluso a nosotros: he aquí una idea simple que es, sin embargo, sumamente difícil de llevar a cabo. Pues

bien, sobre esta base se hace imperativa una aclaración adicional: los más importantes –lógica, metodológica, filosófica, científica y existencialmente- de todos los problemas son aquellos que son propiamente complejos. En otras palabras, no es suficiente con identificar o formular problemas. De manera ideal debe ser posible además de identificar problemas complejos. Este es todo el tema de la teoría de la complejidad computacional que, quiero decirlo, constituye la columna vertebral de todo el trabajo en complejidad.

Por trivial que resulte, es preciso señalar expresamente que no todos los problemas son complejos. Es más, la inmensa mayoría de problemas, en la vida como en ciencia no son complejos. Un problema se dice que es complejo cuando las herramientas, los enfoques, las técnicas, las heurísticas y aproximaciones normales o tradicionales resultan insuficientes: a) para comprender el problema en cuestión; b) para resolverlo.

Desde otro punto de vista, cabe decir que un problema es verdaderamente complejo cuando el dominio que se tiene sobre el estado del arte en el conocimiento resulta insuficiente para resolver el problema. Asimismo, más brevemente, un problema se dice que es complejo cuando una sola ciencia o disciplina es incapaz de encontrar soluciones al mismo.

Pues bien, los problemas propiamente llamados como complejos constituyen el motivo de trabajo por parte de los complejólogos en general. Los sistemas complejos son sistemas abiertos, y es imposible ver la complejidad si no se tiene una estructura de mente abierta. Este es otro argumento que ayuda a entender por qué razón y cómo las ciencias de la complejidad constituyen una revolución científica.

Pero vayamos más lentamente. Se hace necesaria una elucidación acerca de las clases de problemas, y más exactamente, se trata de comprender de forma precisa qué es un problema complejo. La tesis que quiero sostener aquí es que es propiamente un problema complejo el que da qué pensar. Esta idea permite, de forma genérica, pensar que existe en la historia y en la cultura una complejidad *avant la lettre*, y una complejidad en sentido estricto. Algo que sin duda puede confirmarse en otros casos.

En la metodología tradicional de la ciencia (normal) la formulación o identificación de problemas se direcciona a través de la llamada pregunta de investigación, y se funda ulteriormente en el esquema de origen positivista que, abierta o tácitamente, se deriva de la Escuela de Viena. De manera atávica, en la tradición científica la idea de base es que a cada problema identificado le corresponde una solución. Por el contrario, es característico de las ciencias de la complejidad entender varias cosas, así:

- Un problema no necesariamente debe tener una solución precisa o única
- Existen grupos o asociaciones de problemas, y es efectivamente posible trabajarlos de manera conjunta
- Un problema se dice que es complejo cuando exige nuevos enfoques, nuevas herramientas y no una sola disciplina, ciencia o enfoque
- En fin, un problema es complejo cuando claramente adopta rasgos distintivos de la complejidad, tales como no-linealidad, equilibrios dinámicos, o distribución de leyes de potencia, notablemente.

Los problemas complejos pueden ser vistos existencialmente como aquellos que nos asaltan de repente y nos capturan por el cuello, por los intestinos o de otra forma, de tal modo que, literalmente, podemos afirmar que no los tenemos, sino que son ellos los que nos tienen. Es entonces cuando un problema exige, absolutamente, desde el punto de vista del estilo de vida que llevamos, que sea resuelto, o por lo menos que se intente resolverlo. En buena ciencia y en buena investigación, los problemas son la forma misma en que alguien existe y su producción teórica e intelectual cabe ser adecuadamente vista como el esfuerzo de solución del problema en cuestión. En otras palabras, más sencillamente, no es un asunto de simple cuestión laboral (horarios, por ejemplo).

En fin, contra todas las apariencias, cuando efectivamente sucede, la investigación es una forma de vida. Y, en consecuencia, es más, y radicalmente diferente de las profesiones, incluso de los niveles de especialización de las profesiones (Especializaciones y Maestrías). El investigador, como el verdadero creador, lo es 24/7.

La investigación como un ejercicio de pensamiento

Pensar requiere tiempo. Pero desde el punto de vista laboral y como cultura académica, los investigadores en general viven sujetos al *publish or perish* (publicar o morir). La presión es verdaderamente enorme, y la expresión de la misma puede apreciarse con nitidez en el sitio: <http://retractionwatch.com>; esto es, la presión que hace incurrir en plagio, deformación de datos, robo de ideas, co-autorías ficticias, y muchas otras prácticas nocivas y perversas. Las diversas presiones que se plasman en el sitio web mencionado, por ejemplo, ponen de manifiesto el choque de dos dimensiones radicalmente distintas: de un lado, el tiempo de la producción, la eficiencia, la eficacia y

el crecimiento de indicadores –algo perfectamente análogo al crecimiento económico del modelo económico imperante-, y de otra parte, la temporalidad de la creatividad en general; aquí, el tiempo del pensar. He aquí un tema de la mayor dificultad y que interpela a varias escalas y niveles de la sociedad en general, incluidos desde luego el sector público y el sector privado.

Ahora bien, la historia de la ciencia pone suficientemente de manifiesto que, en ninguna área del conocimiento, nadie descubre nada en lo que venía trabajando hacía años. Por el contrario, en electrónica tanto como en física, en matemáticas como en filosofía, en biología o en sociología, por ejemplo, siempre los descubrimientos científicos suceden: a) por casualidad; b) en las cercanías lo que el investigador venía trabajando. La condición es que el investigador debe ser lo suficientemente sensible e inteligente para ver esa casualidad y los descubrimientos en los alrededores del campo o línea de trabajo que tenía. Como decía Heráclito (22 B 18): “Si no se espera lo inesperado nunca se lo hallará, dado lo inhallable y difícil de acceder que es”.

En esta misma dirección, también la historia de la ciencia, así como igualmente la filosofía de la ciencia, ponen suficientemente de manifiesto que la ciencia en general no se hace única y fundamental con base en observación, descripción, instrumentos, técnicas, herramientas, redes, bilingüismo, y demás. Por el contrario, el elemento que verdaderamente gatilla a la ciencia, y en consecuencia al creatividad e innovación es la capacidad de realizar experimentos mentales. Esto es, la importancia de las pompas de intuición, la imaginación y la fantasía.

Pensar e imaginar no son dos cosas diferentes. Por el contrario, son dos expresiones de un mismo fenómeno, a saber: concebir nuevos mundos, nuevas realidades, nuevas formas de ser de las cosas, en fin, explorar, anticipar lo que aún no ha llegado, proyectar lo que es en otros modos posibles, por ejemplo. En este sentido, mientras que el conocer avanza, por así decirlo, por partes, el pensar implica una capacidad de totalización, de síntesis, en fin, de figuración integral de aquello que se piensa. Precisamente a la manera de la imaginación que consiste en brindarnos el cuadro completo de un fenómeno determinado, y no simplemente escorzos o segmentos del mismo.

No todos los seres humanos se dedican a la investigación y, por lo demás, no tienen por qué hacerlo. De la misma manera, no todos los seres humanos hacen de la ciencia, en el sentido más amplio e incluyente de la palabra, un estilo de vida. Por la misma razón, en consecuencia, la mayoría de las personas no tienen problemas en el sentido preciso que se discute aquí. Pero cuando acontece, la investigación es el ejercicio mismo del pensamiento, y pensar adquiere, si cabe, un sentido agónico, exactamente en la acepción que el término adquiere desde la antigua Grecia arcaica. Esto es, un asunto de vida o muerte. De vida en realidad, pues cabe recordar aquí la vieja idea del estoi-

cismo. Sostenía el filósofo estoico Crisipo: “Entre la vida y la muerte no hay ninguna diferencia”. Y alguien del sentido común le replica: “¿Si no hay ninguna diferencia entonces por qué no se mata?” Y responde el filósofo estoico: “Por eso mismo: porque no hay ninguna diferencia”.

El tiempo del pensar no es objetivo. En este sentido, con razón, los griegos distinguían entre el tiempo cronológico y el tiempo del kairós. El tiempo del kairós puede adecuadamente ser asimilado al diálogo del alma consigo mismo de que hablaba Platón, o bien, en el otro extremo del tiempo, al proceso mismo de reencantamiento del mundo y de la vida del que hablan Prigogine y Stengers. Quisiera decirlo de forma directa y simple: investigar es un acto de optimismo, de confianza en el pensamiento, en la vida y en sus posibilidades. Quien ha claudicado ya ante la vida sencillamente se abandona, descrece de las capacidades del pensar y es un escéptico convencido y total de la inutilidad de la investigación.

Pensar es, por consiguiente, absolutamente todo lo contrario a un acto de abandono y claudicación ante las dificultades, los problemas y los obstáculos. Pensar es, así, una pulsión vital jalonada irracionalmente por un optimismo, una confianza o una fe en el reconocimiento de que, por así decirlo, el peor de los futuros será mejor que el mejor de los pasados por el simple hecho de que es futuro, e implica por tanto esperanza y posibilidades.

Quienes han perdido la fe en la vida –por ejemplo, por circunstancias políticas, económicas, sociales y militares, simple y llanamente no piensan: aguantan, resisten, y en la mayoría de las veces, al cabo del tiempo, desfallecen y caen sin más. En este sentido, es propio observar en quienes son pensadores en el sentido preciso de la vida, una luz distinta en la mirada, movimientos corporales diferentes a los habituales, en fin, una pulsión erótica –contraria a la pulsión tanática (Freud)- manifiesta e inoculable ante cualquier mirada atenta. Si esto es cierto, entonces pensar y vivir son una sola y misma cosa, y ambas existen y se expresan, por lo tanto, en la forma de la investigación. Y esto es bastante más y muy diferente a la simple academia, a la ciencia en sentido plano, o a la filosofía en sentido técnico y cerrado.

* * *

El afán de poner a la comunidad académica, científica, de ingenieros y filósofos a producir puede ser visto políticamente como el afán por ocuparlos para que produzcan y no piensen. Porque pensar cambia las cosas. Como con acierto se ha sostenido recurrentemente: la mejor praxis es una buena teoría (esta idea ha sido asignada a Kurt Lewin, pero forma parte de un imaginario culto, educado).

Pensar siempre ha correspondido a considerar las cosas de otro modo que como han sido hasta el momento, o también de otro modo que como son. El pensar no está volcado tanto hacia los hechos, como hacia las posibilidades; incluso lo imposible mismo, y desde luego, el pensar implica a la cabeza y al cerebro, pero los desborda con mucho y abarca e implica por completo a todo el cuerpo y a la existencia misma. En ocasiones, pensar tiene incluso un costo familiar o social por parte de quien piensa, pues como lo ilustra profusamente la historia, la mayoría de las personas no están familiarizadas con esa forma de vida que es el pensar.

Más exactamente, pensar no sabe de eficiencia y efectividad, de productividad y crecimiento (económico, notablemente). El pensar sienta las bases y las condiciones de sí mismo, y no tiene deudas con nadie. Pensar e investigar, dos expresiones de un solo y mismo asunto son actividades, actos, procesos o formas de vida –según se quiera- que implican radicalidad y autonomía, independencia y criterio propio, en fin, libertad y autenticidad. Por tanto, todo lo contrario a lealtad, fidelidad, doctrina y adiestramiento social y colectivo.

Conclusiones: nuevamente: ¿qué es pensar?

No existen garantías para el pensar y tampoco el pensar sienta garantía alguna. Bien entendido, pensar es un juego; acaso el juego mismo de la vida. Sólo que es el más grande, riesgoso y atrevido de los juegos. (A su manera, pero exactamente en la misma longitud de onda de este texto, ya F. Jacob hablaba del *Juego de lo posible* como el juego mismo de la vida o de los sistemas vivos, y resalta cómo la forma de la evolución –vidas es la del bricolaje).

En verdad, pensar es una especie de bricolaje –en el sentido de Jacob-, puesto que vamos, en ocasiones, por la vida pensando, no a la manera de un plan o programa pre-establecido, sino en adecuación de paisajes rugosos adaptativos. Pues bien, en esto consiste, bien entendida, la investigación. Esta no responde a una estrategia fría y determinada, sino, fundamentalmente, se asienta sobre fortalezas, capacidades, formación y ganas por parte de los investigadores.

Hacemos la vida como podemos, intentando lo mejor y aprovechando lo que está a la mano en cada momento. Asimismo, se hace la ciencia, el pensamiento. Cada época desarrolla la ciencia que puede, y la ciencia que necesita. En este mismo sentido, no existe una comprensión –y definitivamente ninguna definición-, única de “ciencia”. En fin, cabe decirlo sin más: pensar constituye una ventaja selectiva en la vida. Pero esta ventaja exige ser cultivada, literalmente; no construida. Esta distinción entre sem-

brar y construir constituye quizás el rasgo diferenciador más grande entre el mundo de las urgencias y las necesidades, y el mundo de los problemas que dan qué pensar. El pensar no construye nada: siembra, y como en los procesos del campo, espera, cultiva, cuida, riega, vuelve a esperar y finalmente cosecha. Pero cosecha para volver a sembrar. Lo que tenemos aquí es el ritmo o el pulso mismo de la tierra. Para los seres humanos, la expresión más inmediata de la tierra o la naturaleza es el cuerpo. Pues bien, cuando verdaderamente pensamos, no pensamos sin la cabeza, pero pensamos con el cuerpo mismo. Sólo que la metodología habitual de la investigación nada sabe sobre esto y por eso mismo nunca dice nada al respecto.

Bibliografía

- Heidegger, M., (1997). *Was heisst Denken?* Berlín: W. De Gruyter
- Ingenieros, J., (1967). *El hombre mediocre*. Buenos Aires: Losada
- Jacob, F., (2006). *El juego de lo posible*. Madrid: F. C. E.
- Maldonado, C. E., (2016). “Dos cosas no pueden (ni debería) enseñarse”, en: Maldonado, C. E., Gracia, M. (Eds.), *Pedagogía en Política y Relaciones Internacionales*, Bogotá: Ed. Universidad del Rosario (en prensa)
- Maldonado, C. E., (2016). “El capitalismo académico: las universidades como entidades del mercado y mercadeo”, en: Revista Latinoamericana de Ensayo, año XIX, disponible en: <http://critica.cl/educacion/el-capitalismo-academico-las-universidades-como-entidades-del-mercado-y-mercadeo>
- Moulier Boutang, Y., (2007). *Le capitalisme cognitif: la nouvelle grande transformation*. Paris: Amsterdam
- Taleb, N. N., (2013). *El cisne negro. El impacto de lo altamente improbable*. Barcelona: Paidós

Capítulo 7

¿QUÉ SIGNIFICA PENSAR EN EL FUTURO, EN COMPLEJIDAD?

Introducción

Son numerosas las exigencias para pensar en el futuro. Con seguridad ninguna otra época se había visto impelida por el futuro como la nuestra. Las razones son suficientes conocidas. Antes que buscar razones, se trata de anticipar escenarios y posibilidades. En una época en crisis, y en una crisis sistémica y sistemática, pensar en el futuro se asemeja a un grito por la supervivencia, sin ambages.

En este texto me propongo elucidar un problema: qué es eso de pensar en el futuro en términos de las ciencias de la complejidad que sea específico suyo y que no se asimile a ninguna otra ciencia o disciplina. Una tarea difícil, pues son numerosas las ciencias y disciplinas volcadas al futuro. Digámoslo breve y concisa: lo propio de la ciencia hoy en día consiste exactamente en una exploración del futuro – de futuros. Si bien son numerosas las formas de racionalidad, ninguna otra forma de racionalidad se define, hoy por hoy, de manera tan radical por la exploración del futuro, como la racionalidad científica, dicho en general.

La tesis que quiero sostener aquí es que pensar en el futuro en términos de las ciencias de la complejidad equivale exactamente a ocuparse de fenómenos esencialmente impredecibles. Más exactamente, la complejidad consiste en la impredecibilidad. Así, pensar bien consiste en pensar fenómenos impredecibles, aun con el reconocimiento explícito de que, aproximadamente, la mayoría de las cosas son básicamente predecibles. En otras palabras, la complejidad descarta la predecibilidad en cualquiera de sus aproximaciones y desplaza la mirada hacia los fenómenos, procesos, fenómenos y comportamientos esencial y radicalmente impredecibles. Así, lo que salta entonces ante la mirada sensible, inmediatamente es un problema aún mayor. Se trata del azar. Se aportan las razones de por qué razón el azar o la aleatoriedad es un problema fundamental en complejidad. Pero todo ello implica, de entrada, un giro sustancial, a saber: la complejidad no se ocupa de lo real, como de lo posible y de lo posible en todas sus modalidades, lo cual incluye entonces, necesariamente a lo imposible mismo. Las ciencias de la complejidad son ciencia de lo posible mucho más que de lo real, y, en consecuencia, ciencia de lo imposible.

Pensar el futuro como un acto de imaginación

Las formas normales de abordaje acerca del futuro consisten en una auténtica ingeniería social. Desde este punto de vista, son diversas las técnicas para pensar el futuro, entre las cuales cabe destacar: las lluvias de ideas (*brainstorming*), la elaboración de matrices (por ejemplo la prospectiva y la teoría de riesgos), las sesiones colectivas de suma de especialistas con mentalidad abierta (foros de distintos tamaños sobre interdisciplinariedad), los juegos de roles y muchos otros que buscan construir opciones, vías, formas de entender problemas, los cuadros de opciones con distintos nombres (DOFAs), y demás.

Toda la administración (*management*), notablemente, está configurada en estos términos y permean a numerosas otras áreas, como la economía, las políticas públicas, la sociología, los estudios de seguridad y muchos más.

Pues bien, en contraste con estas y otras aproximaciones próximas y semejantes, quiero sugerir que pensar el futuro consiste en un acto de imaginación; un magnífico acto de fantasía. Por consiguiente, no es exactamente un acto racional en el sentido del cognitivismo, sino un ejercicio de ensoñación, si cabe la expresión. La forma puntual como se trabaja en lo mejor en ciencia de punta en el mundo (*spearhead science*) es a través de experimentos mentales. La más lejana y extraña de las formas de investigación, cuando se lo ve con los ojos estándar de la metodología de la investigación científica.

Los experimentos mentales consisten en ejercicios, o mucho mejor aún, en juegos imaginativos, fantasiosos, en los que la imaginación desempeña el papel protagónico. En verdad, aquello que hace a un científico en general no es tanto la observación, la descripción, las bibliotecas, hemerotecas, laboratorios, bi o polilingüismo, redes, viajes y demás. No sin nada de eso, lo que hace verdaderamente a un científico es su capacidad de llevar a cabo experimentos mentales. Imaginar mundos, situaciones, comportamientos, estructuras y demás, todo lo cual lo aboca mucho más que a la realidad, al encuentro con y el juego con lo posible. En un cierto sentido filosófico, puede expresarse la misma idea como la capacidad de llevar a cabo actos ideatorios o eidéticos. La imaginación, mucho más que los sentidos, constituye la base de la buena investigación – y del pensar.

Una manera como se ha denominado a los juegos de fantasía y a los experimentos mentales es como pompas de intuición. La dificultad estriba en el hecho de que, de manera atávica, jamás se ha hecho de este un tema explícito y directo de formación de futuros científicos y pensadores. En el mejor de los casos, cada quien logra, acaso, desarrollar por sí mismo esta capacidad. Lo que prima es, marcadamente, un positi-

vismo científico y metodológico condensado en esa expresión –*horribile dictus*– que es “el método científico”.

En verdad, la base de la ciencia en general es la libertad – la libertad de pensamiento, por decir lo menos. Pues esta libertad consiste exactamente en la capacidad de jugar con lo real, asumir que lo real no es único, unívoco ni un sistema cerrado, y que, muy por el contrario, puede o podría ser de muchas otras maneras. Hay muchas maneras de traducir y de expresar esta idea; acaso la más básica es el “y si...” (*what if*). Pensar consiste, dicho en otras palabras, en una modalización de la realidad, del mundo y de la sociedad. La lógica modal –esto es, aquella que se ocupa de lo real y lo necesario al mismo tiempo que lo posible y lo contingente, por ejemplo–, constituye la principal puerta o bien de alejamiento de un pensamiento meramente analítico, o bien de apertura hacia otras formas de pensamiento y de conocimiento más amplias, más dúctiles, más libres. Un capítulo importante en el desarrollo de la lógica modal es la lógica multimodal. Aquí, sin embargo, por razones de espacio debe quedar de lado.

De esta suerte, el trabajo en complejidad no consiste simplemente en una descripción del mundo o de las cosas del mundo, sino en una consideración acerca de si es (absolutamente) necesario que sean como son y, más radicalmente, la consideración acerca de si podrían ser de otra manera y cómo. En complejidad la necesidad del mundo no es un asunto que vaya de suyo; mejor aún, el interés estriba en las variaciones acerca de lo real.,

Esta idea puede ser expuesta de otra manera, en términos acaso más tradicionales. Lo mejor de la investigación científica de punta ya no se preocupa, por primera vez, acerca de las causas de las cosas. En la era de la información, en el marco de las grandes bases de datos, y en el marco de una inmensa cantidad de científicos, ingenieros e investigadores en el mundo –lo cual apunta evidentemente a un factor demográfico–, el mundo en general está sobre-diagnosticado. Las causas son muy conocidas en prácticamente todos los niveles o escalas. Por esta razón, la atención se vuelca cada vez hacia el estudio de los efectos o de las consecuencias de la historia precedente, de los comportamientos y dinámicas en curso.

De esta suerte, la preocupación por los efectos se traduce, concomitantemente, en la preocupación por el futuro o los futuros posibles de los fenómenos y comportamientos. Pues bien, la heurística de la ciencia de punta hoy en día apunta, de manera abierta y directa, por primera vez, a la importancia de realizar experimentos mentales. Ya volveré sobre esta idea en el quinto párrafo de este texto.

Es fundamental atender, mientras tanto, que la realización de experimentos mentales se encuentra estrechamente vinculada con el reconocimiento de la serendipia en la in-

vestigación científica; esto es en los inventos, los descubrimientos, las ideas inopinadas e inauditas que constituyen a la investigación radical y que la alimentan. La serendipia hace referencia simple y sencillamente al hecho de que, en toda la historia de la ciencia, en cualquier ciencia o disciplina que se quiera, los descubrimientos se han llevado a cabo no en la línea de trabajo que se tenía, sino en las proximidades de la línea de investigación en que se trabajaba. La inteligencia, aunada a una cierta buena fortuna, estriba en estar abiertos a las vecindades o proximidades de lo que se ha venido investigando, muy seguramente por años.

La imaginación, la fantasía, la intuición son, si cabe la expresión, la Cenicienta de la investigación científica; esto es, ulteriormente, el verdadero pilar, oculto, de la casa de la investigación y el pensamiento. Nadie piensa bien si no imagina suficientemente.

Pensar lo posible y, mucho mejor, lo imposible

Podemos, a título meramente indicativo, es posible señalar tres hechos determinantes que marcan el destino de la ciencia en siglo XX y lo que va de este. Se trata del descubrimiento, aunque aún no la tematización explícita de la importancia de la imposibilidad.

En primer lugar, específicamente en el marco del desarrollo de la teoría especial de la relatividad, Einstein establece que es imposible que un objeto viaje a una velocidad superior a 300.000 km por segundo. La velocidad de la luz establece un límite absoluto a la materia en su expansión por/como universo, y en general a cualquier fenómeno físico. La razón de esta imposibilidad estriba, sencillamente en que si algún objeto –o en general, las cosas- viajara a una velocidad superior a la mencionada, la información no podría ser organizada.

En segunda instancia, particularmente en el marco del famoso debate de Copenhague, Heisenberg establece que es imposible determinar al mismo tiempo el lugar y el momento de una partícula. O es posible precisar una cosa, o bien la otra, pero las dos a la vez. Esta imposibilidad es conocida en la historia de la ciencia como el principio de incertidumbre de Heisenberg, el cual establece claramente que la incertidumbre es un rasgo propio a la naturaleza, y no tiene nada que ver, en absoluto, con un sujeto cualquiera o con las características de dicho sujeto.

El tercer ejemplo que quisiera mencionar tiene que ver con la matemática en general, con la aritmética en particular, y se funda en la lógica. Se trata del trabajo de doctorado de Gödel, el cual establece que es imposible que una teoría sea al mismo tiempo con-

sistente y completa. O bien es consistente, y si lo es entonces es incompleta, o bien es inconsistente, y entonces es completa. Esta imposibilidad es conocida como el teorema de la incompletud de Gödel la cual consiste en una crítica radical del pensamiento occidental en general dado su carácter tautológico o auto-referencial.

Sobre la base de estos tres ejemplos, a comienzos del siglo XX, es perfectamente posible ampliar los ejemplos y referentes, todos los cuales apuntan en una dirección perfectamente anodina cuando se la mira con los ojos del pasado, o bien, del positivismo científico y de investigación. Se trata del descubrimiento, y gradual tematización de lo posible y –además y principalmente- lo imposible.

Así, por ejemplo, la obra de R. Magritte, quien desborda por lo demás las clasificaciones simples en la historia y la crítica del arte, constituye en general un magnífico caso en el que lo imposible es literalmente puesto ante la mirada, contribuyendo a romper en mil pedazos la tradición de la modernidad centrada en la perspectiva, el punto de fuga y la visión estereoscópica llevada a cabo por Brunelleschi. Gracias a la obra de Magritte, en la historia del arte se desarrollará el *trompe-l'oeuil*, un giro importante en la percepción del arte y de la realidad.

En esta misma dirección, posteriormente, Escher, basado parcialmente en la obra del matemático D. Coxeter, desarrolla una obra destinada, o bien a engañar la percepción o, mucho mejor, poner abiertamente la existencia de comportamientos, formas, estructuras y fenómenos imposibles. Esto es, imposibles cuando se los mira con el sentido común o con la forma predominante o hegemónica de pensamiento.

En otro plano, ya más estructuradamente, recientemente surge la cohomología, un campo muy importante en las matemáticas dedicado específicamente al estudio de formas, estructuras y comportamientos imposibles. El cuadro No. 1 resume los campos, autores y líneas de trabajo acerca de la imposibilidad.

Cuadro No. 1: El descubrimiento de la imposibilidad

ORIGEN	MODO	AUTORES
Matemáticas, lógica y filosofía	Paradojas, como la del Hotel Infinito de Hilbert, o el abuelo y la máquina de viajar en el tiempo, o de Russell	D. Hilbert, Peano, B. Russell, y muchos más
Lógica	Teorema de la incompletud de Gödel	K. Gödel
Física cuántica	La incertidumbre de Heisenberg	W. Heisenberg
Economía	Teorema de imposibilidad de Arrow	K. Arrow
Matemáticas, topología, teoría de homología	Cohomología	Kolmogorov, S. Smale, R. Penrose
Teoría de las probabilidades, estadística, complejidad	Cisnes negros	N. Taleb
Teoría de la complejidad computacional	Problemas indecidibles, en el marco de la teoría de la complejidad computacional	Turing, y Karp, Cook y Levin
Teoría de la computación, hipercomputación	Cualquier máquina que no obedezca la tesis Church-Turing	A. Church, A. Turing, Syropoulos

Ciencias de la complejidad, teoría de la computación	Hipercomputación biológica	M Burgin, S. Cooper, C. E. Maldonado y N. Gómez-Cruz
Matemáticas, estadística, teoría del valor extremo	La transición de eventos raros a eventos imposibles	G. King and L. Zheng, C. E. Maldonado

Fuente: (Maldonado, 2019)

Como se aprecia sin dificultad, emerge ante la mirada sensible toda una constelación de áreas, autores y líneas de trabajo centradas crecientemente en el trabajo, exploración y reflexión acerca de lo imposible, y no ya solamente en lo real, en cualquier acepción de la palabra, e incluso ni siquiera de lo posible como tal.

Pues bien, la idea de base aquí es pensar el futuro en general implica –y esta es una exigencia al mismo tiempo ética y epistemológica–, considerar lo imposible mismo, pues puede suceder que lo imposible emerge, por definición sorpresivamente. Y pudiera suceder que cuando lo imposible emerge, pueda ya ser muy tarde. Pensar bien es pensar en todas las posibilidades, e incluso en lo imposible. Lo mejor de la investigación de punta en el mundo apunta en esta dirección. Las justificaciones pueden ser variadas.

La puerta de entrada y el fundamento: el caos

Las ciencias de la complejidad se componen de diversas ciencias, y a su vez de numerosas disciplinas, enfoques, métodos, lenguajes y metodologías. Una de las ciencias de la complejidad, de hecho, cronológicamente la primera es la ciencia del caos. Desarrollada originariamente por E. Lorenz en el marco del estudio de la meteorología, se enriquece posteriormente con los aportes de D. Ruelle, que es quien introduce el concepto mismo de “atractor extraño”, sin duda el más importante en el estudio de los fenómenos y sistemas llamados caóticos. El otro nombre determinante en el desarrollo de la ciencia del caos, fue M. Feigenbaum.

Pues bien, lo que inmediatamente pone en evidencia el caos es que es imposible predecir un fenómeno; esto es, la impredecibilidad a mediano y a largo plazo resultan imposibles debido a que existen desviaciones en las dinámicas de los fenómenos, origi-

nariamente estudiadas mediante métodos numéricos. La ciencia del caos pone inmediatamente en evidencia un hecho: los fenómenos propiamente complejos se caracterizan porque son impredecibles. Por el contrario, la inmensa mayoría de fenómenos y sistemas sí pueden ser predichos, pues la gran mayoría de sistemas, fenómenos y comportamientos no son complejos.

Una observación de pasada se impone aquí. Las ciencias de la complejidad no afirman, en manera alguna, que todas las cosas sean complejas. Una ciencia que se ocupa de todo, por lo demás, no es ciencia, sino pseudociencia; es el caso, por ejemplo, de la numerología o la astrología. Las ciencias de la complejidad tan sólo se ocupan de aquellos fenómenos: a) que son complejos, o bien: b) que se hacen o se vuelven complejos. Para determinados efectos prácticos, es preferible que las cosas no sean o no se vuelvan complejas, y cuando lo son, entonces todo el arsenal, por así decirlo, de las ciencias de la complejidad es más que idóneo.

Pues bien, los estudios originarios de E. Lorenz ponen de manifiesto que hay fenómenos particulares –no ya necesariamente generales o universales a la manera de la ciencia platónico-aristotélica- sobre los cuales es posible y necesario hacer ciencia. Y entre esa variedad grande de fenómenos particulares y contingentes, ninguno es acaso más sensible que el estudio de la meteorología; digamos, ampliando el esquema, el estudio de la climatología y entonces, con ella, de la meteorología. La primera se ocupa del estudio del clima y el medioambiente; la segunda, de las predicciones posibles sobre el clima y el medioambiente. Hoy por hoy la climatología y la meteorología forman parte, en el sentido amplio de la palabra, de la geografía (física), pero se cruzan con otras ciencias, disciplinas y métodos, tales como la física, la ecología, las ciencias computacionales, entre otras.

La razón por la que es imposible elaborar predicciones, esto es, *buenas* predicciones, es debido a que en sus propias dinámicas los sistemas caóticos –es decir, aquellos que justamente obedecen sus comportamientos a la existencia de atractores extraños-, tienen amplificaciones. En otras palabras, muy pequeños cambios, acaso incluso imperceptibles a primera vista, tienen efectos amplificadores sorprendentes e impredecibles. El resultado es la impredecibilidad, que significa exactamente que ningún fenómeno o sistema recorre dos veces la misma trayectoria. Esto se ilustra y se explica a la vez como la mariposa de Lorenz. Una manera clásica de explicar esta clase de fenómenos es recordando, como sostenía con acierto Heráclito, que nadie se baña dos veces en el mismo río.

Tres de los ejemplos más conspicuos de esta clase de sistemas complejos, es decir, caóticos, son la vida –los sistemas vivos-, la naturaleza, el clima y el medioambiente, y el conocimiento, particularmente cuando es innovador, o bien abierto a cambios y des-

cubrimientos. En otras palabras, se trata de fenómenos, sistemas y comportamientos que es posible predecir a corto plazo y cuanto más a corto plazo, tanto mejor. Pero a mediano y a largo plazo resulta sencillamente imposible elaborar una buena predicción.

Dicho en términos más generales, una buena predicción es aquella que se logra a corto plazo y cuanto más a corto plazo mejor. Pero a mediano plazo y a largo plazo las predicciones son imposibles. Esta idea requiere una elucidación fundamental, a saber: un fenómeno o sistema caótico no es, en manera alguna, un fenómeno desordenado. Muy por el contrario, un sistema caótico es un sistema altamente ordenado –la vida, los nichos ecológicos, el clima, el medioambiente, la naturaleza, el conocimiento-, pero que es altamente impredecible.

Así las cosas, la pregunta acerca de cómo pensar el futuro implica necesariamente pensar la impredecibilidad; no descartarla ni tampoco amoldarla (= deformarla) a intereses criterios subjetivos de cualquier tipo. La impredecibilidad constituye una ganancia en el acervo mental, cultural y científico de la humanidad.

Los economistas y los políticos, los militares y los sociólogos, por ejemplo, hablan con mucha frecuencia de “construcción del futuro”; por ejemplo, en términos de construcción de escenarios, o construcción de confianza, o construcción de la sociedad, o (re)construcción de la economía, y demás. Expresiones semejantes sólo tienen sentido, esto es lo que ponen en evidencia las ciencias de la complejidad, cuando se entiende que la predicción a mediano y largo plazo es imposible, que sólo lo es a muy corto plazo, y que la complejidad implica o consiste exactamente en la existencia de fenómenos dinámicos altamente ordenados pero imposibles de anticipar.

Y, sin embargo, en las ciencias de la complejidad podemos anticipar comportamientos, dinámicas, fenómenos o sistemas. Una manera, queda dicho, es mediante el uso, muy refinado pero llevado hasta el final, de la imaginación, de la fantasía, en fin, de la intuición. Al fin y al cabo, la imaginación nos permite ver cosas que los ojos no alcanzan a percibir. Los ojos, una de las principales fuentes de información del cerebro, se ha dicho. Por consiguiente, por derivación, la fantasía y la imaginación le permiten al cerebro (= al entendimiento o la razón, para el caso aquí son equivalentes) ver cosas que por sí mismo no logra percibir.

Intermezzo: las matemáticas

Una herramienta esencial en el desarrollo del pensamiento científico son las matemáticas. Nada diferente sucede en ciencias de la complejidad. Sin embargo, una precisión importante se impone. Se trata del tipo de matemáticas propias de las ciencias de la complejidad.

Dicho de manera general, las matemáticas se dividen en dos grandes grupos. Matemáticas de sistemas continuos, y matemáticas de sistemas discretos. Ello no impide, sin embargo, el reconocimiento explícito de que las matemáticas constituyen un enorme archipiélago, y en manera alguna un continente, como sí sucede en otros campos del conocimiento. Por ejemplo, la física es un gran continente, análogamente a como lo es la biología. Las matemáticas conforman un vasto archipiélago, y en numerosas ocasiones no existen vínculos, o puentes o túneles entre muchas de sus islas.

Como quiera que sea, es perfectamente posible decir que hay dos grandes grupos de matemáticas. El primero, las de sistemas continuos están conformadas, específicamente por el álgebra, el cálculo, las funciones, todos los métodos analíticos, la noción de límite, el análisis, y los procesos estocásticos. Toda la matemática habida desde la antigüedad –los sumerios y Babilonia, los egipcios y los griegos-, hasta hace muy poco corresponden a matemáticas de sistemas continuos. Esta historia se comienza a romper por completo gracias a Cantor, el padre de la teoría de conjuntos y, muy específicamente, con su descubrimiento del Aleph; esto es, no solamente del infinito, sino que hay unos infinitos más grandes que otros.

Las matemáticas de sistemas discretos emergen en forma a partir del nacimiento de la física cuántica y posteriormente con la ayuda de las ciencias de la computación. Es posible decir, sin ambages, que toda la matemática de punta en el mundo de hoy son matemáticas de sistemas discretos.

Pues bien, las matemáticas de la complejidad son matemáticas de sistemas discretos y estas están conformadas por conjuntos, conjuntos parcialmente ordenados –denominados técnicamente como *posets*-, conjuntos extremos, teselados, teoría de redes, grafos e hipergrafos, la geometría discreta y combinatoria, la teoría discreta de probabilidades, todo el conjunto de problemas combinatorios –denominados técnicamente como complejidad combinatoria-, capítulos recientes de la teoría de juegos y de la teoría de la decisión racional, la topología, una muy buena parte de las lógicas no-clásicas, y toda la matemática de sistemas computacionales incluida la teoría de código y e numeración.

Como se aprecia, se trata de una gama perfectamente sugestiva y reciente que permite,

literalmente, ver fenómenos y realidades que nunca antes se tuvieron en cuenta. El título genérico para estas nuevas realidades es el de sistemas discretos; esto es, sistemas que carecen de continuidad en cualquier sentido de la palabra.

Quisiera decirlo de manera escueta: mientras que las matemáticas de sistemas continuos nos permiten lo real –en su acepción más amplio pero generosa que se funda, en cualquier caso, en el primado de la percepción natural–, las matemáticas de sistemas discretos tienen el mérito de que por primera vez nos permiten ver lo posible en toda la línea de la palabra. Y lo posible no es, en absoluto, un sistema continuo. Por el contrario, es un universo con discontinuidades, quiebres, rupturas, asimetrías, equilibrios dinámicos y otras propiedades semejantes.

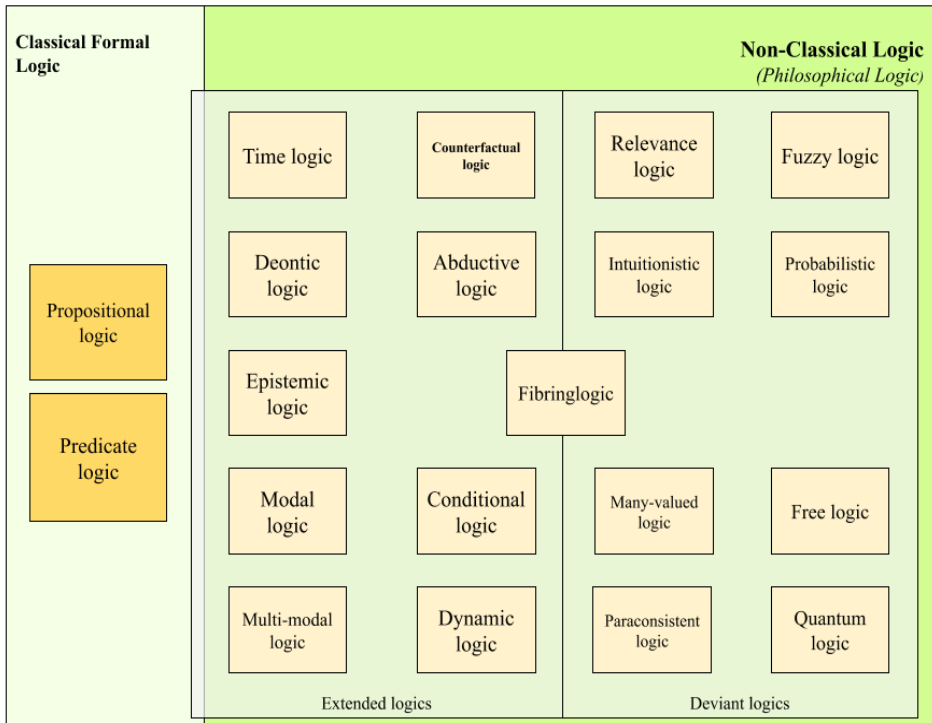
Herramientas para pensar lo posible y trabajar con él

Ahora bien, las ciencias de la complejidad no se reducen a un amable llamado a la imaginación y la fantasía. Sobre la base de que la elaboración de experimentos mentales constituye la marca distintiva de la buena y de la gran ciencia, las ciencias de la complejidad disponen de por lo menos tres herramientas distintivas –esto es, que no tienen otras ciencias y disciplinas–, para pensar lo posible y trabajar con él.

Una de estas herramientas son las lógicas no-clásicas. Más específicamente, las lógicas no-clásicas constituyen una de las ciencias de la complejidad.

Dicho de manera puntual, las lógicas no-clásicas tienen una semántica de mundos posibles, no del mundo real, o empírico. Esto significa que el tema de base de las lógicas no-clásicas es el estudio de posibilidades antes que de actualidades, y que así, en marcado contraste con la lógica formal clásica, se pone de manifiesto que, lógicamente hablando, existen muchos mundos posibles. La posibilidad entra por la puerta grande, si cabe la expresión, en las ciencias de la complejidad, y con ellas, en lo mejor de la investigación de punta. El Cuadro No. 1 suministra un breve panorama de las lógicas no clásicas.

Cuadro No. 2: Un panorama de las lógicas no-clásicas

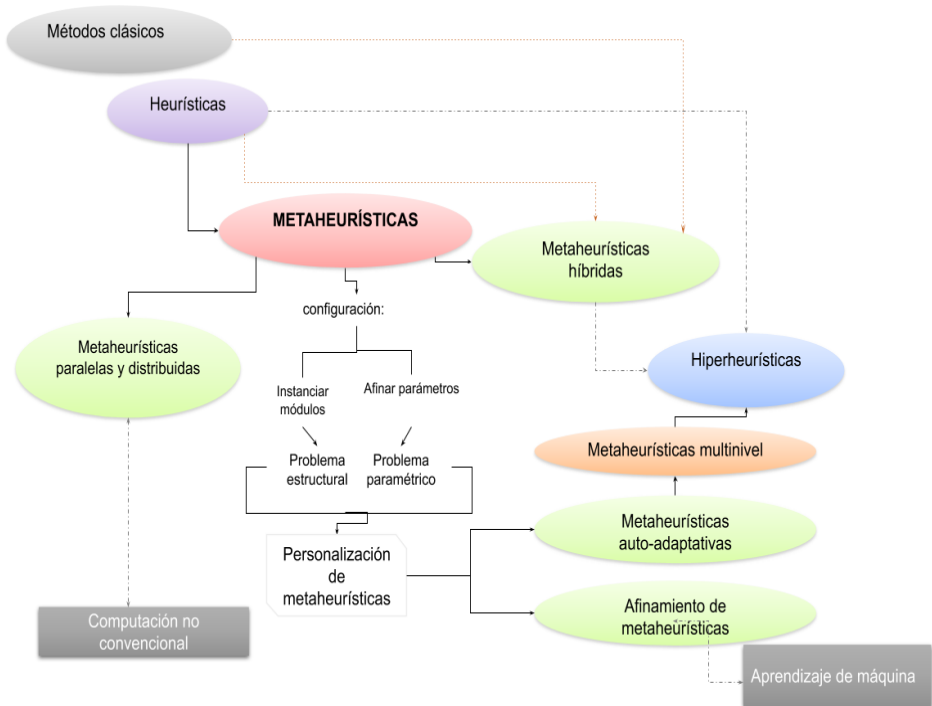


Fuente: *Elaboración propia*

Como se aprecia, las lógicas no-clásicas están conformadas, entre otras, por la lógica dinámica, la lógica del tiempo, la lógica cuántica, la lógica epistémica y la lógica libre.

Una segunda herramienta distintiva de las ciencias de la complejidad y que trabaja frontalmente con posibilidades son las metaheurísticas. El Cuadro No. 3 ofrece una visión general de éstas.

Cuadro No. 3: Un breve panorama de las metaheurísticas



Fuente: (Maldonado y Gómez, 2011)

Las metaheurísticas conforman un amplio panorama de identificación no de problemas, sino de grupos de problemas; y consecuentemente, de la búsqueda de espacios de solución. En otras palabras, en marcado contraste con la heurística (tradicional), en complejidad no se identifica un problema y se busca su solución, sino, mucho mejor, se trabaja a partir de conjuntos de problemas, identificados con diferentes criterios, y se busca entonces espacios de soluciones, con lo cual el espectro de trabajo se concentra definitivamente en la exploración de posibilidades. Más exactamente, toda la dimensión de lo real –en cualquier acepción de la palabra– queda inscrita en un marco más amplio que la comprende y la hace posible: el espectro de posibilidades. En el caso de las metaheurísticas, posibilidades de problemas y posibilidades de soluciones; en plural.

La tercera herramienta es el modelamiento y la simulación; y dicho más técnicamente, el modelamiento basado en agentes. Al respecto se hace necesaria una observación.

De acuerdo con H. Pagels: las ciencias de la complejidad son el resultado del desarrollo del computador, pero a su vez contribuyen activamente al desarrollo de la computación. Esto es, las ciencias de la complejidad son el resultado de la computación gracias a la cual es posible ver, literalmente, por primera vez, la no-linealidad. Pero a su vez, es cierto que el estudio de los sistemas dinámicos no-lineales contribuye de manera significativa al propio desarrollo de la computación. Toda la historia de autores destacados como J. Holand y otros se inscribe en esta línea de estudio. Sin la menor duda, la expresión más aguda de la observación de Pagels es el trabajo de S. Wolfram que da lugar a lo que, literalmente, el autor denomina *A New Kind of Science* (Wolfram, 2002 – publicado originalmente en 1995).

El modelamiento y la simulación crean, cultural y científicamente un nuevo tipo de ciencia. Ya no es cierto que la ciencia se divide en dos o que los métodos científicos son de dos tipos (y acaso de tres clases): la ciencia empírica y la deductiva, o los métodos cualitativos y los cuantitativos (y más recientemente acaso también los mixtos o híbridos). En rigor, emerge un tercer tipo de ciencia; justamente la ciencia como modelamiento y simulación. Y ambos, modelamiento y simulación configuran un tercer tipo de método científico.

Es importante observar en este marco que no hay que confundir ambos términos: modelamiento y simulación. No son, en manera alguna equivalentes o sinónimos. Los sistemas simples o lineales se pueden modelar, pero sólo los sistemas complejos se pueden simular.

Ahora bien, lo que computacional o ingenierilmente se implementa no es absolutamente nada más que las apuestas, las intuiciones, los juegos, las variaciones, la imaginación del investigador. El computador es una maravillosa herramienta; incluso una herramienta conceptual, pero no es nada más que eso.

En cualquier caso, es evidente que esta tercera herramienta en el marco de las ciencias de la complejidad se denomina modelamiento basado en agentes, para lo cual existen diversos lenguajes de programación idóneos. Con una advertencia fundamental, o mejor, un aviso metodológico: primero se resuelve el problema, luego se escribe el código. Semanas de escribir código pueden economizar horas de planeación o planificación.

En otras palabras, es evidente que planear o planificar es simple ingeniería social, y muy mala ciencia. Esto se extiende, *a fortiori*, a las herramientas de la planeación

como la prospectiva y otras.

Pero se escribe el código si entendemos el problema. MyS: trabajo con experimentos mentales, imaginación, fantasía, pompas de intuición.

El juego de lo posible en cualquier acepción de la palabra es el juego de imaginación, o fantasía o experimentos mentales. Lo que hacemos en complejidad: un fenómeno complejo es un fenómeno impredecible. La inmensa mayoría de las cosas son predecibles. Para eso existe teoría de riesgos, planeación, prospectiva, y demás.

Lo posible y lo imposible aunados: cisnes negros

Hay un concepto reciente que sirve para precisar el tipo de fenómenos y sistemas impredecibles que son los que interesan a los complejólogos. Se trata de los cisnes negros, un concepto introducido originariamente por N. Taleb (2011). Los cisnes negros son fenómenos altamente improbables, y cuanto más improbables, más interesantes. Toda la vieja filosofía de la ciencia se queda corta y por fuera de este espectro. Los temas relevantes ya no son la verificación, confirmación o contrastación (Carnap), y ni siquiera la falsación (Popper) – de teorías, de modelos o de enunciados. La complejidad es la búsqueda de cisnes negros, algo que la ciencia normal no hace, en absoluto. ¿Y por qué razón la ciencia normal no busca cisnes negros? Sencillamente porque no existen.

En otras palabras, las ciencias de la complejidad se dan a la búsqueda de formas, estructuras y fenómenos imposibles – de encontrar en la sociedad o en la naturaleza; pero es porque más pronto que tarde, puede aparecer, como es efectivamente el caso, un cisne negro. La posibilidad y la imposibilidad definen el núcleo de la investigación y del trabajo en complejidad.

Es posible decirlo de dos maneras, así: los complejólogos trabajan cuando hay un cisne negro. O bien, lo que es equivalente, la complejidad consiste en la búsqueda de cisnes negros. Pues bien, los cisnes negros son fenómenos altamente impredecibles, que son incontrolables.

Esta idea marca un contraste fuerte con la ciencia clásica y la ciencia normal (la ciencia clásica o moderna: ayer; la ciencia normal: hoy), puesto que ambas son ciencia del control. Los cisnes negros no se pueden controlar, y más radialmente, se trata de pensar aquellos sistemas que escapan al control o que no admiten control; no para controlarlos, sino porque ellos exhiben magníficos grados de libertad. Y la complejidad consiste en los grados de libertad que tiene o que exhibe un fenómeno determinado.

El tema de los cisnes negros, en el marco general acerca de qué significa pensar en el futuro, en complejidad apunta entonces inmediatamente a un tema o problema necesario y contiguo. Se trata del azar.

La ciencia clásica descubre el azar, particularmente gracias a las matemáticas, y en el contexto específico de los juegos de azar. Sin embargo, tan pronto descubre el azar, busca dominarlo, controlarlo. Y en eso consiste la teoría (clásica) de probabilidades, la cual tiene dos expresiones principales: las probabilidades como preocupaciones o asuntos subjetivos, cuya mejor expresión es el teorema de Bayes; y la teoría objetiva de probabilidades que emerge específicamente en el curso del siglo XIX.

Dos herramientas adicionales vienen en la modernidad para conjugarse en el control del azar, a saber: el cálculo y la estadística. Estas son las tres herramientas clásicas desarrolladas por la matemática moderna cuya finalidad, en este contexto, es el domeñar al azar, a la aleatoriedad. Como consecuencia, la racionalidad moderna es claramente determinista.

El azar es visto, descubierto, pero inmediatamente domesticado. Como consecuencia, el azar termina siendo eliminado, con lo cual la ciencia moderna se hace así en ciencia de lo real, de lo dado, de lo a-la-mano (*zubanden sein*).

En contraste, lo que interesa en ciencias de la complejidad son los fenómenos impredecibles para los cuales (cualquier tipo de) la ingeniería social no funciona. Sin ambages, es posible decir que el conjunto de las ciencias de la complejidad constituye la primera vez que se enfrenta, por así decirlo, al problema del azar, no se lo descarta, y, por el contrario, gracias a él, se logra el acceso a lo posible y a lo imposible.

En verdad, el azar constituye el problema epistemológico, emocional y psicológico más difícil. Se trata de establecer el papel del azar en la economía de la naturaleza. Esto no significa que todas las cosas sean aleatorias. Más bien, se trata de comprender que en ocasiones el azar juega un papel importante en la configuración de los fenómenos.

Cabe precisar que, semánticamente, es totalmente distinto un sistema estocástico a un sistema aleatorio. Aquel es determinista, este es indeterminista. Mejor aún, los sistemas complejos son sistemas abiertos, y es justamente por ello por lo que el azar cumple –quiero decirlo–, un papel constructivo o positivo en el desarrollo del mudo y de la naturaleza. Ahora bien, la condición para ver sistemas abiertos es tener una estructura de mente abierta. Y esto es sumamente difícil de lograr. Por esta razón, dicho de manera general, el futuro a la mayoría de la gente sólo le acaece.

Digámoslo de manera franca y directa: hay fenómenos que suceden sin ninguna razón

o sin una razón mejor que otra: ese es el azar. La dificultad estriba en que normalmente la gente prefiere tener malas razones a no tener ninguna. Una expresión de esta situación es la mala ciencia, la cual generalmente lo mejor que logra hacer son predicciones retrospectivas. Planifican el pasado y el presente, y hacen prospectiva del pasado, si cabe la expresión.

Frente al azar, emerge siempre el hecho de que por la puerta de atrás asalta el argumento de Laplace, con lo cual se reduce el azar a un problema cognitivo. Como es conocido, alguien puede no conocer la razón por la que suceden las cosas, pero hay un demonio que sí entiende y sabe las causas de las cosas en el mundo y en la naturaleza.

Pues bien, en el corpus de las ciencias de la complejidad existen tres puertas, diferentes entre sí, de acceso a la comprensión del azar. Estas tres puertas son:

- i) Las contribuciones de Kolmogorov. Se trata de la comprensión del azar en términos de la extensión del programa más breve para resolver un problema;
- ii) Las contribuciones de Chaitin. Chaitin desarrolla la teoría de la información algorítmica (AIT, por sus siglas en inglés). El azar puede ser medido o entendido en términos de información, algorítmica y no-algorítmica.
- iii) La teoría de la complejidad computacional. Esta teoría establece la distinción entre problemas decidibles y problemas indecidibles, distinción a partir de la cual emergen el conjunto de problemas P versus NP.

Como se aprecia, se trata de tres caminos diferentes mediante los cuales se trabaja la complejidad del mundo, en general, y precisamente gracias a las cuales el futuro, dicho de manera general, aparece como un potencial de posibilidades dentro de las cuales el azar es un elemento diferenciador.

Conclusiones

Hemos partido de una pregunta, y hemos suministrado múltiples respuestas. En primer lugar, hemos afirmado que pensar el futuro es un acto de imaginación creativa, no simplemente asociativa consistente en enfocarse en fenómenos, sistemas y comportamientos impredecibles. La impredecibilidad es la marca distintiva de los sistemas complejos.

En este sentido, en segundo lugar, hemos mostrado a partir de la primera de las ciencias de la complejidad, el caos, que es imposible predecir el futuro, y ciertamente imposible a mediano y a largo plazo. Tan sólo, en el mejor de los casos, podemos predecir a muy corto plazo. Los sistemas complejos son caóticos, y el caos enseña que un fenómeno complejo es altamente ordenado pero impredecible.

A la luz de estos desarrollos hemos puesto de manifiesto que pensar el futuro coincide con la necesidad o la posibilidad de pensar, además, lo imposible. Una muy buena parte de lo mejor de la ciencia de punta del siglo XX y XXI, hasta la fecha, pone en evidencia cómo la posibilidad y mejor aún la imposibilidad constituye un motivo serio de trabajo y reflexión. Hasta ahora ha sido la tercera respuesta a la pregunta.

Seguidamente, hemos señalado de manera puntual que las matemáticas de la complejidad son las matemáticas de sistemas discretos, y después de caracterizarlas brevemente, hemos dejado en claro que el futuro y lo posible son mejor tema de comprensión gracias a esas matemáticas.

La quinta respuesta aportada ha sido una tríada –de suerte que en rigor se trata de tres respuestas adicionales–, conformada por las lógicas no-clásicas, las metaheurísticas y el modelamiento basado en agentes, o también, el modelamiento y la simulación. Se trata, si cabe la expresión de la herramentalización de los experimentos mentales y de las pompas de intuición.

Finalmente, una respuesta adicional ha sido la puesta de manifiesto de que el futuro y las posibilidades tienen lugar en la forma de cisnes negros; esto es, de fenómenos y sistemas altamente improbables. A la luz de la comprensión de los cisnes negros hemos sostenido, finalmente, que el futuro comprende al azar, y que para entender el azar existen tres vías distintas de acceso: la obra de Kolmogorov, los trabajos de G. Chaitin, y la teoría de la complejidad computacional.

Como se aprecia, a una pregunta, no infundada, hemos aportado un conjunto amplio de respuestas. Lo importante consiste en comprender que, si bien la pregunta no es exclusiva de la complejidad o de un pensamiento complejo, las respuestas sí lo son. De

suerte que, por decir lo menos, pensar el futuro exige una apropiación y profundización de los elementos que aquí han sido señalados.

En este texto no hemos profundizado en cada una de las respuestas. Corresponde a cada quien esta tarea. Pero la novedad de este texto sí estriba en su abanico y en sus relaciones. Dicho en otras palabras, es perfectamente posible de manera novedosa y distinta el futuro, a condición de que haya un estudio riguroso de las ciencias de la complejidad.

Este texto se plantea en el marco de la economía en general. Pues bien, se impone una reflexión final.

Sólo dos autores han elaborado una crítica de la economía política. Estos son Marx, cuya obra o pensamiento son suficientemente conocidos, y N. Georgescu-Roegen, el padre de la bioeconomía. La diferencia estriba en que el autor rumano lleva a cabo la crítica de la economía política en diálogo con la naturaleza y a partir del estudio de la termodinámica. La idea gruesa que cabe desprender aquí es que es imposible pensar el futuro como un asunto exclusiva o distintamente humano. El futuro implica, necesariamente, a la naturaleza, y es ella la que contiene siempre las mejores posibilidades. El horizonte de futuros no le pertenecen a los seres humanos, sino a la naturaleza, y más le vale a la economía adecuarse a, y comprender, la naturaleza. Para ello, dicho de manera puntual, se impone una crítica radical al mismo tiempo de la función de producción y de la función de utilidad.

Cabría quizás hacer referencia aquí también a la obra de R. Passet, pero no es este el lugar, y es suficiente con los elementos adelantados antes arriba.

Hemos aportado herramientas propias de las ciencias de la complejidad, las cuales poseen una enorme carga liberadora, crítica o emancipatoria. Un vecino de las ciencias de la complejidad, el pensamiento complejo, ya ha sido cooptado por el *establishment*. Ha sido así neutralizado y asimilado por completo.

El *establishment* ya se ha enterado, naturalmente de las ciencias de la complejidad; pero no las ha podido cooptar, hasta la fecha. Una carga de profundidad se esconde en el seno de las ciencias de la complejidad, particularmente cuando se trata, como en este caso, de pensar el futuro.

La ciencia de punta ha descubierto, anodino con respecto a toda la historia de la humanidad, que hoy nos preocupamos por lo posible, pero además y fundamentalmente por lo imposible. Esto nos permite entender que la posibilidad es un fenómeno que acontece pero que en su seno a veces contiene imposibilidades. Nadie piensa bien si

no piensa en todas las posibilidades. Y es además pensar lo imposible.

Coda

Construcción del futuro: sembrar. Construir es una visión patriarcal o colonialista

Sembrar: cuando se siembra, se pone la semilla, se riega la tierra y espero, porque el proceso no depende de mí. Cuido la planta, pero el tiempo no depende de mí. El tiempo depende de la vida o de la naturaleza. Y así el tema del control estalla en pedazos.

Pensar en términos de complejidad: la naturaleza o la vida. Debemos poder pensar no es sinónimo de pensar como lo seres humanos. Eso es *du deja-vu*. Pensar la complejidad: la complejidad es pensar como la naturaleza. Y la naturaleza tiene sus tiempos, sus dinámicas.

Bibliografía

- Arora, S., and Barak, B., (2007). *Computational Complexity. A Modern Approach*. Cambridge: Cambridge University Press
- Chaitin, G., (2002). *The Limits of Mathematics: A Course on Information Theory and the Limits of Formal Reasoning*. Springer Verlag
- Georgescu-Roegen, N., (1977). *La ley de la entropía y el proceso económico*. Madrid: Ed. Argenteria
- Kolmogorov, A., (2018). *Foundations of the Theory of Probability*. New York: Dover, Inc.
- Maldonado, C. E., (2019). “Tres razones para la metamorfosis de las ciencias sociales”, en: *Cinta de Moebio* 64: 114-122, doi: 10.4067/50717-554X2019000100114
- Maldonado, C. E., Gómez-Cruz, N., (2011). *El mundo de las ciencias de la complejidad*. Bogotá: Ed. Universidad El Rosario
- Taleb, N. N., (2011). *El cisne negro. El impacto de lo altamente improbable*. Barcelona: Paidós
- Wolfram, S., (2002). *A New Kind of Science*. Wolfram Research

Capítulo 8

CINCO MODOS DE HACER BUENA CIENCIA

Introducción

Vivimos una época fascinante. Jamás había habido tanta gente con maestría, tantas personas con doctorados (Ph.D.), tantos con postdoctorados, tantos ingenieros, médicos e investigadores en general, en prácticamente todos los campos del conocimiento. Las dos más prestigiosas revistas en el mundo –*Science* y *Nature*– publican un número cada semana, de tal manera que, reunidas las diferentes series de cada revista en un año se publican, en cada una, alrededor de 20.000 artículos. Si a estos se suma el número de revistas 1A en el mundo, la cifra se vuelve colosal. Hay mucha información, mucha investigación y, de consuno, mucha educación en ciencia, en el sentido más amplio e incluyente de la palabra.

Contra todas las apariencias, sin embargo, de buenas intenciones como la enseñanza de metodología de la investigación y los procesos de socialización y divulgación de ciencia, hacer ciencia es difícil; y para nada evidente. Me he ocupado de varias aristas del tema en otros lugares (Maldonado, 2020a; 2019; 2018a; 2018b; 2017a; 2017b; 2017c; 2016). Quisiera aquí concentrarme en otro aspecto que puede ser planteado de dos maneras distintas, así: es posible entender cómo hacer *buen*a ciencia de cinco modos diferentes, todos, sin embargo, perfectamente implicados. Pero, al mismo tiempo, se trata de entender lo que un buen investigador de punta puede hacer cuando se mueve en las fronteras del conocimiento y se propone, de manera denodada y sincera, pensar, esto es, igualmente, descubrir o inventar, nuevos conocimientos. Algo que siempre se dice fácilmente pero que es sumamente arduo de llevar a cabo. El valor de este dúplice reconocimiento es al mismo tiempo descriptivo y normativo, algo que a la luz de las comprensiones habituales resultaría contradictorio. A fin de elucidar este carácter aparentemente paradójico, entremos en el tema.

Quisiera formular cinco tesis que tienen un carácter creciente en complejidad e implicaciones diversas. Estas cinco tesis están tejidas aquí en un orden lógico que debe, ocasionalmente, compaginarse con un cierto desarrollo personal por parte de un *buen* investigador; esto es, sin ambages, un investigador de excelencia.

Antes de enunciarlas, sin embargo, se impone una observación. Hablo aquí de los procesos o pasos que debe poder adelantar un buen investigador, y explícitamente me refiero al trabajo en ciencia en general. Esto tiene, por tanto, un valor por igual para las ciencias naturales, las ciencias sociales y humanas. Pero, y es éste el centro de esta observación tiene también un valor genérico también para los filósofos, señalando que, atávicamente, un filósofo no trabaja necesariamente con modelos ni desarrolla modelos, y además y principalmente, el hecho de que en filosofía en general no se trabaja con, ni se da a lugar a, teorías. Sólo en algunos ámbitos muy determinados

cabría hablar de una “teoría filosófica”. Y definitivamente, muy difícilmente puede presentarse en la historia de la filosofía algún filósofo que haya dado nacimiento a una ciencia. Pues bien, no obstante, las salvedades mencionadas en las cinco tesis caben también para los filósofos si cabe una advertencia, a saber: en principio y de entrada no hay y no debe haber ninguna diferencia entre un filósofo y un científico. La creencia, perfectamente equivocada, en una separación semejante es obra de Descartes, y de la tradición que depende de él.

Las cinco tesis que conforman una sola unidad de lo que significa hacer buena ciencia y ser un buen investigador de punta, son: un investigador destacado debe poder concebir problemas; adicionalmente, sobre esta base, debe, además, poder resolver problemas; seguidamente, hacer buena ciencia significa la capacidad, en algún momento de discutir y desarrollar modelos; si esto se lleva a cabo, muy seguramente, un investigador de excelencia debería poder alcanzar, esto es, formular o desarrollar entonces una teoría. El culmen, y esto en realidad sólo ha sucedido excepcionalmente; digamos incluso de manera franca que no es estrictamente necesario que acaezca, es que un investigador de punta debe poder dar nacimiento a una ciencia. Hablamos de un proceso en cinco niveles, de complejidad creciente.

Al final formulo algunas conclusiones, sinceramente, de un valor amplio y extenso.

Concebir problemas

De entrada, por lo menos en términos de requerimientos formales, un investigador en proyecto debe poder formular un problema; por lo menos uno. En el esquema dominante, muy difícilmente le pedirán que formule o identifique varios problemas. Por lo menos, ampliamente, en el proceso de formación en una maestría o en un doctorado. Este reconocimiento nos permite inmediatamente una precisión.

Bien entendido, una maestría y un doctorado no forman en una ciencia o disciplina, cualquiera que sea. Formar en una ciencia es el valor agregado. *Prima facie*, forman investigadores. Es decir, forman en capacidades o habilidades de investigación; como tal, después de su doctorado un investigador debería poder trabajar, idealmente, en cualquier campo, lo cual, en la práctica es sumamente difícil. Una buena maestría –y en América Latina ello significa específicamente una maestría de investigación; no la maestría de profundización o la profesionalizante-, sitúa al estudiante en las fronteras del estado del arte. No es necesario, para nada, que alguien que entra a un doctorado tenga una maestría. Un doctorado de punta debe poder conducir al estudiante de doctorado a correr las fronteras del conocimiento.

Habiendo tesis de maestría excepcionales, normalmente el trabajo verdaderamente innovador en la formulación o identificación de problemas tiene lugar en el doctorado, gracias al doctorado o también después del mismo; tres maneras distintas de apuntar a un mismo foco. De entrada, la *conditio sine qua non* en la formación de un investigador consiste en la capacidad de que éste formule un problema de investigación. Se trata de una condición necesaria, pero no suficiente. La capacidad de suficiencia remite a la segunda tesis de este texto sobre la cual ya volveremos.

Identificar un problema no es un acto cognitivo en el sentido racional de la palabra. Es al mismo tiempo un proceso de sensibilidad, que implica por tanto al cuerpo mismo, mucho antes y mucho más que a la cabeza, y es también un acto de imaginación. Exactamente en este punto es preciso advertir que un problema es perfectamente distinto a una pregunta. Las preguntas de investigación no conducen a buenos investigadores, los problemas sí. Dicho explícitamente, una pregunta se formula, un problema se concibe; una pregunta se responde, un problema se resuelve. Una inteligencia sensible capta inmediatamente las diferencias.

En verdad, la identificación de un problema es una concepción. En este sentido, la inmensa mayoría de personas no tienen problemas, en el sentido preciso del término; esto es, en el sentido de que un problema implica una heurística. Semánticamente hablando, las personas tienen preocupaciones, dificultades, obstáculos, impedimentos, limitaciones, callejones sin salida, por ejemplo; pero no problemas. Los científicos e investigadores van a la caza de problemas; no los rehúyen, los buscan (Maldonado, 2013).

Hay que decir que la identificación de problemas constituye, por así decirlo, una cara de la moneda cuya contraparte es el estado del arte. Menciono esto para señalar expresamente que el estado del arte se construye analítica, reflexiva, críticamente. En contraste, el problema es concebido como una especie de experiencia límite, a la manera del amor, por ejemplo. Cuando en investigación se concibe un problema, en realidad no tenemos un problema: el problema nos tiene; análogamente a como cuando estamos enamorados. La existencia empieza entonces a pivotar en torno al problema, de día, de noche, sin distinciones de espacios ni tiempos. Eso es un problema de investigación en el sentido primero de la palabra.

Como sabe cualquier persona que haya pasado por un doctorado, pasa tiempo, mucho tiempo antes de que un estudiante logre identificar el problema de su tesis. Temas hay numerosos, ideas innumerables, pero muy difícilmente, y ciertamente no de entrada en la mayoría de los casos, hay un problema. Son muchos los estudiantes que preguntan a sus amigos, colegas y profesores o al director de tesis si “este –digamos, x- es un problema”. Desde luego que caben distintas respuestas, pero lo más sincero es

poner de manifiesto que es el propio estudiante quien debe saberlo, así: si lo siente, si el problema lo apasiona, si lo conmueve verdaderamente, si es, en fin, un asunto visceral. La buena ciencia se hace de manera visceral, en efecto. Compromete la existencia, relaciones, tiempos, afectos, e implica decisiones.

Que un problema no simplemente se formule, sino que se lo imagine significa que un problema es una concepción. La mayoría de los seres humanos, por una razón u otra, carecen de concepciones en el sentido primero de la palabra. Tienen opiniones, tienen pre-conceptos y otras cosas. Es exactamente en este sentido que la formación de académicos e investigadores de punta es una sola y misma cosa con el abandono del mundo de la doxa, y el acceso a capacidades críticas.

Ahora bien, la condición si la cual nadie es científico no consiste en la importancia del bilingüismo (o multilingüismo), laboratorio, redes académicas y científicas, bibliotecas, hemerotecas, computadores y demás aspectos próximos y parecidos. Aquello que distintivamente hace a un científico es su capacidad para imaginar, para fantasear, para trabajar con pompas de intuición, esto es, con actos ideatorios. Estos aspectos jamás aparecen en esas veleidades que son la metodología de la investigación científica y demás, generalmente imbuidas por criterios positivistas, normativos y lineales. La ciencia consiste en pensar mundos alternos al actual, en introducirle al mundo posibilidades, en concebir el mundo y la realidad como si fueran diferentes, y así sucesivamente.

Así, es falso sostener que la ciencia consiste en una explicación –o incluso en una comprensión– del mundo, la naturaleza, la realidad o la sociedad, por ejemplo. Además, y fundamentalmente, consiste en mostrar que el mundo tal y como aparece no es inevitable y concluyente. Sucedió con Galileo y Copérnico contra la visión medieval del mundo, y también fue lo que ocurrió con Lavoisier y Mendeléiev con respecto a las transformaciones en la naturaleza y los elementos constitutivos de la misma atávicamente heredados. Los ejemplos pueden multiplicarse indefinidamente, independientemente de la ciencia o disciplina de que se trate.

Resolver problemas

No está mal lograr identificar problemas. Sin embargo, el paso siguiente, consiste en resolver el o los problemas identificados. Algo que es bastante más difícil de lo que se afirma en una maestría o en doctorado, y que compete al núcleo mismo de la ciencia; y con ella, adicionalmente a la esencia misma de la cultura.

Ahora bien, contrario a lo que habitualmente se enseña y se aprende, una tesis, un

libro, un capítulo de libro, un artículo, son importantes en los procesos de resolución de problemas, pero generalmente son insuficientes. La resolución de problemas es un tema vasto sobre el cual existen numerosas estrategias, lo cual significa que es algo que está lejos de ser evidente y de primera mano.

Hay dos modos diferentes de entender la verdadera complejidad de la resolución de problemas. Uno remite a Einstein, y el otro a Gödel. Sin embargo, antes, es preciso advertir una cosa.

Es fundamental identificar el tipo de problema que se está abordando. Incluso, y esto vale para la primera tesis considerada anteriormente, es indispensable no simplemente concebir un problema, sino, además, establecer la clase de problema de que se trata. Esto nos conduce a la teoría de la complejidad computacional.

Desde el punto de vista lógico, computacional, matemático y en ciencias de la complejidad existen dos grandes clases de problemas: problemas indecidibles y problemas decidibles. Omito aquí la historia sobre el origen de esta distinción para concentrarme en su caracterización. Un problema se dice que es indecidible cuando, dados recursos ilimitados de cualquier índole, un espacio y un tiempo igualmente ilimitados no es posible encontrar y no existe ningún *algoritmo* para resolverlo(s). En pocas palabras, se trata de problemas que implican o exigen una estructura mental no-algorítmica para su comprensión y su solución. Por diversas razones la atención se concentra entonces en los problemas que sí pueden resolverse porque, verosímilmente existen o es posible desarrollar algoritmos para su resolución. Estos son los problemas decidibles.

Los problemas decidibles se dividen en dos, así: problemas P y problemas NP. Los padres de esta clase de problemas que, sintéticamente se conocen como los problemas P versus NP fueron, por caminos independientes, Levin, Karp y Cook. Los problemas P versus NP han sido identificados como parte de los problemas del milenio por el Instituto Clay (Carlson *et al.*, 2006), y por consiguiente como el conjunto –de siete problemas “últimos” en matemáticas; en matemáticas, computación o lógica, especialmente. Los problemas decidibles se tratan en función de si implican tiempos P, es decir, polinomiales, o bien tiempos NP, o sea, no-polinomiales. Como es sabido, los tiempos polinomiales son los tiempos considerados como “reales” y refieren al tiempo cronológico: horas, días, semanas, meses y demás. Los tiempos no polinomiales pueden ser entendidos, o bien como el tiempo costo-oportunidad, o bien como el tiempo kairológico; esto es, “ese tiempo que no está en el tiempo”, y que es el de las decisiones humanas más importantes, el tiempo de la subjetividad en el sentido más profundo y amplio de la palabra.

Frente a los problemas P y NP se han propuesto diversos tipos de estrategias de reso-

lución que podemos dejar aquí de lado. A su vez, los problemas P y NP se articulan en otra gama cuya consideración no es necesaria para los efectos de este texto y que abarcan, por ejemplo, a la identificación de problemas NP difíciles, NP-duros, espacios P y espacios NP, y otras consideraciones adicionales. Me he ocupado de estos temas en otros lugares. Basta con remitir a una parte de la bibliografía (Fortnow, 2013).

Volvamos a lo que es el centro de esta segunda tesis, a Einstein y a Gödel. Lo cual nos permite entender la total ausencia de obviedad acerca de la solución de problemas; lo que es bastante más que cualquier ingeniería.

En el marco de los debates en torno a la interpretación de Copenhague; por tanto, en el contexto de los debates, álgidos, inteligentes, agudos, pero nunca personales, entre Einstein y Bohr acerca de las implicaciones y consecuencias de la mecánica cuántica en general y del comportamiento de los fenómenos cuánticos en particular, sostenía Einstein lo siguiente: si de verdad se quiere resolver un problema es preciso modificar el marco en el que surge el problema. *Prima facie*, este marco es, por ejemplo, el marco teórico, o el marco metodológico, o el marco conceptual, o las técnicas y herramientas, incluso, si cabe el marco lógico en el que emerge el problema. Sin embargo, llevando el tema un poco más lejos, es igualmente posible decir, sin dificultad alguna, que el marco en el que surge un problema no se agota aquí, pues implica, adicionalmente, la consideración del marco educativo, el marco cultural, el marco filosófico, el marco científico, y finalmente también el marco social, político y cultural en el que emerge el problema. Si no se modifica por completo el marco, ningún problema quedará realmente resuelto. Una idea elemental y radical al mismo tiempo.

En un espíritu o actitud análoga, sostenía Gödel que un problema no puede en absoluto ser resuelto con las herramientas con que se identificaron el problema. Esto es, una cosa son las herramientas con las que se identifica el problema, y otra, muy distinta, son las herramientas con que se resuelve el problema. Lógico de formación y con fuerte formación en matemáticas, evidentemente que Gödel no tiene en mente cosas como herramientas o técnicas simplemente, sino, más amplia y exactamente, se refiere a las herramientas teóricas, mentales o conceptuales. Esto fue exactamente lo que llevó a cabo Gödel con su tesis doctoral, el famoso teorema de incompletud, y la solución de un problema planteado unos años antes por D. Hilbert. Técnicamente, la estrategia de Gödel consiste en la geometrización de la solución –su teorema– frente a la axiomatización y formación –de Hilbert–; dos cosas perfectamente distintas. En términos más elementales, lo que quiere decir Gödel es que en ciencia una forma de resolver un problema consiste en cambiar el foco del problema.

La verdad es que la inmensa mayoría de académicos e investigadores no resuelven verdaderamente problemas. En ciencia y en filosofía, *latu sensu*, la inmensa mayoría de

progresos son minimalistas por técnicos. Lo que abunda ampliamente en la academia y la investigación es lo que en el contexto de la metodología de la investigación se denomina idóneamente como “investigación epidemiológica”; esto es, se trata de trabajos que trabajan sobre problemas que todo el mundo conoce, pero que son abordados sin ninguna radicalidad. Thomas Kuhn llamaba a esta clase de investigaciones como “ciencia normal”.

De la ingente cantidad de trabajos que publican profesores, académicos e investigadores, sólo una pequeña fracción logra efectivamente resolver problemas. La inmensa mayoría son diagnósticos, interpretaciones o soluciones tentativas y no definitivas.

Desarrollar modelos

Pues bien, digamos desiderativamente que hay investigadores que logran no solamente identificar, sino, además, resolver problemas. Así las cosas, el paso siguiente –y aquí no hay que pensar, en modo alguno, que se trata de un proceso lineal; siguiente es aquí importante tan sólo en el plano temático. Sin embargo, sí es cierto que el tema del que nos ocupamos en esta tercera tesis es de una complejidad mayor– consiste en la capacidad que, exhortativamente, debe tener un buen investigador para desarrollar modelos.

La verdad es que la inmensa mayoría de académicos e investigadores usualmente sólo trabajan autores escuelas, herramientas, técnicas, fenómenos, áreas, campos o comportamientos. Ahora bien, la mejor manera de comprender esta clase de fenómenos y sistemas es mediante modelos. La buena ciencia consiste, adicionalmente, en la discusión de modelos y en el desarrollo de modelos.

Existen diversas clases de modelos; por ejemplo, modelos pedagógicos, modelos jurídicos, modelos políticos, modelos matemáticos, modelos físicos, modelos de salud, modelos químicos, y muchos más. Un modelo son dos cosas, así: de un lado es una simplificación del mundo o de una parte del mundo que permite su explicación, comprensión y gestión o manejo. Vale aquí recordar una idea regulativa de Einstein: *make it simple, but not simpler*.

Sin embargo, al mismo tiempo, de otro lado, un modelo es una interpretación – del mundo o de una parte del mismo. Debemos a Poincaré el haber planteado por primera vez en la historia la importancia de los modelos en el trabajo de la ciencia. Digamos, de pasada, que antes de Poincaré lo mejor que había era la formulación de experimentos mentales –*Gedankenexperiment*, en alemán, en el original-, identificados ori-

ginariamente por Mach, pero cuya importancia sólo sería reconocida muchos años después, de manera explícita y sistemática, en la segunda mitad del siglo XX como la forma distintiva de hacer buena ciencia.

Una tipología de modelos comprende la siguiente identificación. Existen y es posible trabajar con: modelos teóricos o conceptuales, modelos matemáticos, modelos lógicos, modelos informacionales y modelos computacionales. Este es un buen estado del arte sobre este tema. Todo depende de las fortalezas, de la formación, o de las redes de trabajo y cooperación de un académico o investigador determinado-o de su grupo de investigación-.

En numerosas ocasiones, el mundo se explica mucho más y mejor mediante modelos que a través de descripciones de fenómenos, dinámicas y comportamientos. La fenomenología, mucho más que adversa, es complementaria con la capacidad de trabajar y formular modelos. Dos caras de una sola y misma moneda.

Son muchos los estudiantes y estudiosos que logran, en el curso de su formación, comprender diferentes modelos. En contraste, para decirlo con una metáfora procedente del aprendizaje de idiomas o de la genética, la capacidad de leer un modelo no se corresponde necesariamente con la capacidad para escribir un modelo, En otras palabras, no son ni muchos ni tampoco muy sólidos los nuevos modelos que, en general se desarrollan en ciencia.

Naturalmente, no es obligatorio que un buen investigador desarrolle un modelo dado acorde al problema sobre el que trabaja o en función de la ciencia o disciplina en la que se formó. Mucho antes que la enunciación aquí de un criterio normativo, se trata de un proceso de crecimiento o desarrollo. El desarrollo de la buena ciencia pasa necesariamente por la discusión, apropiación, crítica de modelos –digamos, si cabe paradigmas-, y la formulación de nuevos modelos. Ahora bien, y lo que viene es extremadamente difícil, un nuevo modelo debe poder tener una capacidad comprensiva mayor, más profunda, más rigurosa y más robusta que los modelos previamente existentes. Sin ambage alguno, las revoluciones científicas tienen lugar también a través de la sustitución o reemplazo o desplazamiento de unos modelos por otros.

Un par de ejemplos pueden ser suficientes para ilustrar lo anterior. Primero, el tránsito del modelo geocéntrico del universo al modelo heliocéntrico, que fue la obra de Galileo y Copérnico –no sin la contribución de Kepler-, constituyó una verdadera revolución. El modelo ptolemaico, tan bien acogido por la iglesia católica en el medioevo, fue desplazado por la revolución de la física moderna. Pero dicha sustitución no sucedió sin más: en la crítica y formulación de un modelo por otro hubo sangre y muerte –el juicio que Roberto Bellarmino hizo contra Giordano Bruno, primero; y

luego también la acusación por parte del mismo personaje a Galileo-, el miedo de Copérnico y la solicitud de que su obra fuera publicada póstumamente, y tras circunstancias semejantes muestran que el tema de formular nuevos modelos no es simple y llanamente un aspecto metodológico, o meramente epistemológico. Comporta un cambio de decisiones, relaciones y formas de organización de la sociedad.

Un segundo ejemplo fue el modelo del átomo desarrollado por N. Bohr, luego de su visita a Cambridge para trabajar con Faraday que permitió, ahí sí y de manera irreversible, la consolidación del triunfo de la física cuántica sobre la física de Newton e incluso a pesar de los desarrollos recientes de Einstein acerca de la teoría de la relatividad. El modelo de Bohr puso de manifiesto que, mucho más que el núcleo del átomo, es la periferia, y muy específicamente el electrón el que “hace cosas” a nivel subatómico. Dicho de manera puntual, el electrón gana energía o pierde energía, que no es sino la manera genérica de hablar de saltos cuánticos, y cuantos de energía. El modelo de Bohr se formaliza matemáticamente en 1925-1927 y nace la mecánica cuántica. Pues bien, hoy en día, la mecánica cuántica es, de lejos, la teoría científica más verificada, testeada, confirmada o falseada en la historia de la humanidad –ha sido verificada hasta el onceavo decimal-, y constituye, económicamente hablando, el fundamento de una tercera parte de toda la economía mundial, por sus desarrollos en varios campos, entre ellos, la tecnología.

Estos dos ejemplos se pueden multiplicar fácilmente a otros ámbitos, pero la idea principal queda clara.

Uno de los pasos, o niveles, o escalas de hacer buena ciencia consiste en, y atraviesa modularmente por, el desarrollo de modelos. Un buen científico, además de identificar un problema allí donde nadie lo había visto antes; además de resolver dicho problema –o problemas-, debe asimismo ser capaz de proponer un (o varios, según el caso) modelo(s). Es, dicho muy brevemente, una señal prístina de inteligencia y de mucha autonomía y creatividad.

Alcanzar una teoría

No hay nada más práctico que una buena teoría. Esta idea, originariamente formulada por el psicólogo K. Lewin, pero asignada en ocasiones al economista Keynes y apropiada finalmente por numerosos académicos e investigadores es una verdad de a puño, si cabe la expresión. De entrada, se rompe el prurito de la distinción, y, por consiguiente, la jerarquización, entre teoría y práctica, en cualquier acepción o traducción que se quiera hacer de las palabras.

Ya decía, con toda razón Einstein, que, al fin y al cabo, es la teoría la que nos permite ver. No en vano, el primer componente de cualquier teoría son los conceptos, y como es sabido, toda discusión en torno a conceptos es una discusión filosófica. Los conceptos constituyen, por así decirlo, la materia prima de las teorías.

Una teoría es bastante más que una explicación, una visión o una comprensión del mundo, el universo o la realidad – o de una parte de ellos-. Aunque suene superficial, una teoría es una *buena*, es más, una *muy buena* explicación del mundo, la naturaleza o la vida. Aquí el adjetivo lo define todo.

Esta es, muy seguramente, la cima más alta de lo que significa hacer buena ciencia y ser un investigador verdaderamente de punta en el mundo. Usualmente, ya desde su formación, un estudiante, académico o investigador se familiariza con numerosas teorías; unas en el campo específico de su formación, y al lado de éste, ocasionalmente también de otras teorías. Al cabo, incluso, se entera de, o se educa en, la existencia de distintas teorías fundamentales, tales, por ejemplo, como la teoría de la evolución, la teoría de la relatividad y otras más.

Pero otra cosa, muy distinta, consiste en la posibilidad de desarrollar una teoría; no simplemente conocer y trabajar con algunas teorías. Aunque nadie lo diga expresamente –ni filósofos ni científicos-, el sueño más recóndito de un investigador es el de desarrollar una (= su) teoría/filosofía – dicho aquí muy genéricamente. Ahora bien, desde luego, no todos los pensadores, descubridores o inventores, por ejemplo, tienen el mismo sueño.

Existen, y son posibles, diferentes tipos de teorías. El tema de una tipología de las teorías científicas forma parte, en sentido estricto de la metateoría, que es un capítulo particular de las lógicas no-clásicas, las cuales, a su vez, forman parte de las ciencias de la complejidad.

Es posible identificar cuatro clases de teorías, así: están, las teorías completas, las teorías inconsistentes, las teorías paraconsistentes, y las teorías subdeterminadas. Para una ampliación de este tema, cfr. (Maldonado, 2020b). Es posible presentar las relaciones entre estas clases de teoría como sigue:

TC TI TP TS

La inmensa mayoría de teorías habidas en la historia de la humanidad son –o quieren ser- completas; esto es, pretenden explicar el mundo o una parte del mundo en términos exhaustivos; no necesariamente descriptivos. En otras palabras, se trata de todas aquellas teorías que quieren ser totalizantes o abarcadoras con respecto a una

parcela de la naturaleza o del mundo. Pues bien, este tipo de teorías sufre un colapso dramático gracias a Gödel y su teoría de la incompletud. Como es sabido, Gödel establece claramente que si una teoría es completa entonces es inconsistente; esto es, específicamente, trivial o tautológica. Para que una teoría sea consistente entonces debe ser necesariamente incompleta. Esto nos conduce a los demás tipos de teorías. Pero antes, lo importante es tener en cuenta que toda teoría completa no puede tener más capacidad explicativa o comprensiva que la que ya logró. Con esta clase de teorías es posible hacer cosas, pero no alcanzar comprensiones o explicaciones mejores que las que ya tuvieron. Un ejemplo de este caso es el teorema de Pitágoras.

Al lado de las teorías completas existen también teorías inconsistentes. Se trata, particularmente, de teorías que son contradictorias pero que no son triviales. Un ejemplo conspicuo de esta clase de teorías es la mecánica cuántica que explica que un electrón o fotón se comporta al mismo tiempo como onda y como partícula. Esto es contradictorio, pero no es trivial. El descubrimiento o desarrollo de teorías –esto es, buenas explicaciones- inconsistentes es perfectamente nuevo en la historia de la humanidad. La denominación de esta clase de teorías es una consecuencia de la obra de Gödel. Como se aprecia por las relaciones anteriores, las teorías completas son cerradas, pero las inconsistentes son más abiertas.

Una tercera clase de teorías son las teorías paraconsistentes. El nombre para esta clase de teoría se deriva de una de las lógicas no-clásicas, la lógica paraconsistente. Esta lógica establece que son posibles, e incluso necesarias contradicciones, pero estas deben ser no triviales –algo semejante a las teorías inconsistentes-, sólo que, expresamente, se dejan de lado las paradojas. Como es sabido, las paradojas sólo existen en sistemas binarios o dualistas. En sistemas de tres o más componentes o referentes, las paradojas dejan de existir. Técnicamente, una teoría paraconsistente es una terapia no delicuescente. Una teoría delicuescente es endeble o deleznable, lógicamente hablando; la no delicuescente es todo lo contrario.

Pues bien, una teoría es paraconsistente si y solamente si no es superconsistente; es decir, si y solamente si tiene extensiones recias que sean no delicuescentes. Las teorías paraconsistentes tienen un grado de amplitud mayor que las inconsistentes.

Finalmente, existen las teorías subdeterminadas. Una teoría se dice que es subdeterminada cuando se conocen los rasgos generales del mundo o de una parte del mundo, pero se ignoran –es más, se pueden ignorar, provisoriamente- los detalles. La biología está colmada de teorías subdeterminadas, y gradualmente se va ganando terreno en los detalles que anteriormente se habían dejado de lado, sin que los detalles opaquen la visión general previamente alcanzada.

Pues bien, los corchetes de conjunto o pertenencia de las relaciones pueden leerse de izquierda hacia la derecha; así, entre las cuatro clases de teorías significa que hacia la izquierda las teorías están cerradas; esto es, la capacidad explicativa o comprensiva ya quedó cerrada. Y a medida que nos movemos hacia la derecha en la lectura las teorías están más abiertas.

Las explicaciones precedentes tienen una función pedagógica o metodológica. Se trata de señalar expresamente que si la culminación de una vida dedicada al pensamiento o a la investigación debe –desiderativamente- poder desembocar en el desarrollo de una teoría, es entonces preciso advertir que no se trata ya, manifiestamente de una teoría completa en el sentido mencionado. Hoy por hoy, y cada vez más, una buena teoría debe ser a la manera, o bien de una teoría inconsistente, o paraconsistente o subdeterminada. Para una ampliación de estas ideas, cfr. (Maldonado. 2020b).

Dar nacimiento a una (nueva) ciencia

No es un proceso evidente, para nada. Y no es tampoco fácil. Nunca hay garantías. Todo depende de un muy complejo entramado de factores que sería oportuno considerar en otro lugar. Hacer ciencia, o también, llegar a ser un buen científico –filósofo también, digamos-, es muy difícil.

En primer lugar, porque, como es sabido, en ciencia sólo existe medalla de oro. No existen medalla de plata, medalla de bronce, premio por participación, premio de consolación, por ejemplo. Es decir, no se puede pensar lo que ya ha sido pensado, no se puede inventar lo que ya ha sido inventado y no se puede descubrir lo que ya se ha descubierto. La creatividad, la novedad, la innovación, la producción de conocimiento de frontera no son metáforas en este ámbito de la vida.

Hay un problema de base extremadamente delicado. Se trata de la siguiente pregunta dirigida a investigadores, porque es el marco de este trabajo, pero es claro que debería ser posible de traducirla a otros ámbitos del conocimiento en sentido amplio: ¿ha realizado usted alguna contribución al campo en el que se ha formado?

La inmensa mayoría de respuestas son negativas. Es decir, la inmensa mayoría de investigadores ha tenido una cierta relación parasitaria con respecto al campo en el que se formaron; parasitaria o depredadora. Mucho más importante, en el marco de la sociedad de la información, en el contexto de la sociedad de conocimiento y la sociedad de redes es la elucidación de si cada quien no solamente se ha beneficiado –literalmente, para su vida; para su bienestar- de un área determinada, sino si además ha contribuido

a la ciencia o disciplina en a que se educó primero y se formó después – precisamente porque se ha beneficiado de ella. Como se aprecia, se trata de una pregunta delicada, con muy serias implicaciones de orden ético.

La inmensa mayoría de los investigadores, *lato sensu*, han llevado una vida parasitaria o depredadora de su campo de formación, y acaso, de trabajo. Las razones que se pueden aducir son numerosas para que ello sea así. No es aquí el momento para los detalles, en cada caso singulares, pero globalmente poco significativos.

Pues bien, a las cuatro tesis anteriores cabe agregar una más, con una salvedad. Esta sólo tiene un valor déctico, y absolutamente para nada normativo. Se trata de completar, por razones de honestidad intelectual el fresco que se ha venido elaborando hasta aquí. El quinto peldaño, se cabe la expresión, de lo que significa hacer buena ciencia consiste en el reconocimiento explícito de que en muy pocos casos ha habido científicos que han creado una nueva ciencia, tanto como, en otro plano, filósofos que han creado un nuevo estilo de filosofía (quiero omitir deliberadamente la idea de una nueva escuela o movimiento). Así, por ejemplo, Lamarck se inventa el vocablo “biología”, pero la biología nace verdaderamente con Darwin. No son las contribuciones de la termodinámica del siglo XIX, en el siglo XX Prigogine crea la termodinámica del no-equilibrio. En otro contexto, Mandelbrot crea, se inventa o desarrolla la geometría de fractales. Los ejemplos pueden ampliarse sin dificultad.

Desiderativamente, un buen científico de punta debería/podría dar nacimiento a una nueva ciencia o disciplina. Algo que es, en realidad, el resultado de un largo y perseverante trabajo de una calidad sostenida en el tiempo. La historia muestra, sin embargo, que en ocasiones, es la posteridad la que le asigna a un científico la paternidad (o maternidad) de una ciencia o disciplina. Fue, por ejemplo, lo que aconteció con la ciencia del caos, y E. Lorenz. Concomitante, entonces se empieza un trabajo de arqueología consistente en señalar la forma como otros investigadores ayudaron, *in ovo*, al nacimiento de una nueva ciencia o disciplina.

La verdad es que la mayoría de incluso grandes científicos trabajan activamente y contribuyen al desarrollo de una teoría, de alguno o algunos modelos, en fin, incluso a metodologías y técnicas importantes. Pero muy excepcionalmente al nacimiento de una nueva ciencia, o inflexión filosófica. Esta quinta tesis es una notable excepción a toda la historia de la ciencia en general.

Extrapolando, en el caso de la filosofía, decía Deleuze en una ocasión que hay dos clases de filósofos: los que acuñan conceptos y los que usan conceptos. Pensaba Deleuze, explícitamente, en Hegel o en Nietzsche, entre otros casos. Hay inclusive algunos filósofos de gran calibre que nunca acuñaron ningún concepto, a pesar de haber hecho

contribuciones importantes a un espectro del pensamiento humano. Un buen ejemplo es P. Ricoeur, quien incluso a pesar de tener una obra vasta, voluminosa, jamás acuñó ningún concepto. Muchos otros ejemplos pueden mencionarse, aquí y allá. Mi intención no es otra aquí que la de señalar especificidades, antes que la de establecer jerarquías de cualquier índole. La especificidad que me interesa es precisar, de manera puntual, en qué consiste ser un buen investigador, y cuáles son sus horizontes, y qué significa hacer buena ciencia.

Como se aprecia sin dificultad, no es suficiente con hacer ciencia, punto. De hecho, es lo que más abunda en el mundo; a su manera. Se trata de hacer buena ciencia lo que marca como punto de partida la capacidad para concebir problemas y resolverlos. Vivimos un mundo en crisis, con unas crisis sistémicas y sistemáticas. Pues bien, una razón por la cual nos encontramos en el entramado de crisis es debido a que no hay buena ciencia. No es esta la causa de las crisis; pero sí, claramente, un factor. Sin embargo, sin pesimismo, es posible avizorar una nueva civilización, en emergencia. Ésta es el resultado, quiero decirlo de manera expresa, gracias a las contribuciones de buena ciencia, ciencia de punta de frontera, en fin, disruptiva.

Conclusiones

El conocimiento se mueve en dirección de lo conocido hacia lo desconocido. Exactamente como la vida. Aunque se lea redundante, el conocimiento no es jamás afirmación de lo conocido y de lo que es y está ahí. Esta es exactamente la pulsión de la investigación y de aquello que la anima y la nutre: el asombro, el cuestionamiento, la insatisfacción y la necesidad.

El primer piso del edificio de la ciencia, como se ha señalado suficientemente en el mundo, es la educación. Por consiguiente, esta, contra todas las apariencias, no se define de cara al desarrollo de destrezas, competencias y habilidades, todo lo cual es domesticación y sumisión. Por el contrario, la buena educación es cuestionadora, inconforme, indisciplinaria, y antes que a la memoria y la doctrina se dirige hacia la capacidad de formar gentes libres; auténticamente libres.

W. Whewell propuso en 1840 la palabra “científico”, puesto que ya existía la palabra “ciencia”. En la intención de Whewell el científico era –debió ser; debió haber sido– aquel que logra moverse entre dominios disciplinares diferentes o también aquel que puede integrar ciencias y disciplinas distintas. La ironía es que el científico termina

siendo aquella persona que trabaja al interior de una ciencia o disciplina, punto; por ejemplo, el biólogo, o el físico, o el economista, o el químico.

Lo que menos sucedió en la historia de la ciencia fue el espíritu de integración o unificación que Wheewell mismo concibió y que alcanza un cierto renacimiento en un libro particular de E O, Wilson (1998): consiliencia, que, literalmente, significa la capacidad de “saltar juntos”.

La historia y la filosofía de la ciencia permiten establecer Tres cosas:

- a) Nadie descubre nada en lo que venía investigando;
- b) Todo descubrimiento siempre sucede en los alrededores de lo que se venía investigando;
- c) Todo descubrimiento casi siempre sucede por azar

Así las cosas, la metodología de la investigación científica sirve de poco; bastante poco

Lo que debe hacer alguien que desea ser un buen investigador es unirse a un grupo de excelencia e, idealmente, a un investigador de punta y aprender y repetir en lo que quepa lo que él o ella hace. Y luego, como las aves y los hijos, cuando pueda, emprender el vuelo. Entre las aves que emprenden el vuelo, las hay que llevan a cabo fantásticas migraciones; cuando regresan, como es el caso de los petirrojos, el pato canadiense o incluso la mariposa Monarca, regresan su progenie, sus hijos o sus nietos.

Sin embargo, la inmensa mayoría de personas que hace una maestría o un investigador jamás serán verdaderamente investigadores. En el mejor de los casos, serán a acaso profesores; y algunos, eventualmente, podrán tener una empresa propia. Pero no llegarán nunca a ser, verdaderamente, un científico o un filósofo. En el espacio de la academia, en el mejor de los casos, llegarán a ser un(a) profesor(a), lo cual no está mal, desde luego. En este sentido, sin jerarquías, ya Kuhn distinguía la comunidad académica y la comunidad científica y se concentró en la segunda que es donde tienen lugar o se gatillan las revoluciones científicas. Esto es, exactamente, los cambios de paradigma.

Los estudios sociales y culturales sobre ciencia y tecnología, así como los trabajos sobre políticas de ciencia y tecnología han dejado establecido, sin duda alguna, que la existencia, el apoyo a y el desarrollo de investigación, y muy específicamente de investigación básica, constituye la mejor garantía para el desarrollo humano y el bienestar de un país y una nación. Numerosos casos han sido ya estudiados, desde el siglo XVII y Escocia en particular, hasta nuestros días.

Desde luego que no existe únicamente avance en el conocimiento. También existen momentos de estancamiento e incluso de retroceso; literalmente, de involución. Este es un tema que muy poco se ha considerado en los trabajos sobre historia de la ciencia. Ya nos ocuparemos, en otro espacio, ampliamente de este fenómeno.

Pues bien, el apoyo a la investigación básica –digo bien: investigación básica, que no hay que confundir con las ciencias básicas-, es ampliamente un actor principal en el desarrollo de la vida y en el cuidado de la naturaleza. Por ello mismo el acento que hemos puesto en este texto: el cuidado, la consideración de lo que significa hacer buena ciencia, o lo que es equivalente, lo que significa ser un buen científico, investigador o pensador, dicho de modo genérico. Algo que se dice fácilmente, pero que es difícil de llevar a cabo.

Las cinco tesis o modos de hacer buena ciencia tienen, como se precisó, una relación de orden creciente de la primera a la quinta; y, sin embargo, no es necesario que su orden sea lineal. Lo que sí subrayo es su carácter de conjunto.

Un académico normal, como un investigador normal lleva a cabo distintos trabajos y responsabilidades, todos seguramente muy loables. Entre ellos, hacer docencia, y publicar; naturalmente, sin esa perversión que significa el *publish or perish*, que es, más que una señal de vitalidad, un signo claro de decadencia y enfermedad. La verdad es que la inmensa mayoría de investigadores no escriben y publican; en realidad, simplemente, “hacen la tarea”. Con impacto o sin él, con regularidad o sin ella, individual o colectivamente, por ejemplo. Publicar no hace a un investigador; es una condición necesaria, pero nunca suficiente. Esto es tan evidente que hasta todos los sistemas de gestión lo saben, así no hablen de ello en foros públicos; sólo tras bambalinas.

He sugerido cinco modos de hacer buena ciencia. El valor de estos cinco modos es bastante más indicativo que normativo. La ética, como sabemos, es ejemplarizante; deja de ser ‘tica cuando se vuelve normativa. Una ética normativa es simple y llanamente un mecanismo de control y manipulación.

Digámoslo en dos palabras, sin dilaciones ni ambages. Desde el punto de vista personal, sin individualismos, hacer buena ciencia, al final del día, consiste en una sola cosa: el desarrollo de una obra. Nueva, y ya, finalmente: se dice fácil, pero es extremadamente difícil. Muchos, numerosos factores entran en juego. Pero este ya es otro tema aparte.

Referencias

- Carlson, J., Jaffe, A., and Wiles, A., (Eds.), (2006) *The Millenium, Problems*. The Clay Institute-The American Mathematical Society
- Du Sautoy, M., (2018). *Lo que no podemos saber. Exploraciones en la frontera del conocimiento*. Barcelona: Acantilado
- Fischer, E. P., (2016). *El gato de Schrödinger en el árbol de Mandelbrot. Una aproximación distinta al fascinante mundo de la ciencia*. Barcelona: Crítica
- Fortnow, L., (2013). *The Golden Ticket. P, NP, and the Search for the Impossible*. Princeton and Oxford: Princeton University Press
- Garlaschelli, L. y Carrer, A., (2019). *El “científico loco”. Una historia de la investigación en los límites*. Madrid: Alianza editorial
- Maldonado, C. E., (2020a). “La (buena) ciencia como (un acto de) rebelión”, en: *Pacarina del Sur* [En línea], año 11, núm. 41, octubre-diciembre, 2019. ISSN: 2007-2309; disponible en: <http://pacarinadelsur.com/home/utopias/1820-la-buena-ciencia-como-un-acto-de-rebelion>
- Maldonado, C. E., (2020b). *Pensar. Lógicas no-clásicas*. Bogotá: Ed. Universidad El Bosque, 2ª Edición
- Maldonado, C. E., (2019b). “La educación: un caso conspicuo de rebelión en la ciencia”, en: *Praxis Pedagógica*, 19(24), 1-8, ISSN: 0124-1494; <http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.praxis.19.24.2019.1-8>
- Maldonado, C. E., (2018a). “La investigación como ludopatía”, en: *Pacarina del Sur*, Año, 10, No. 37, Octubre. Diciembre, ISSN 2007-2309, disponible en: <http://www.pacarinaadelsur.com/home/alma-matinal/1677-la-investigacion-cientifica-como-ludopatia>
- Maldonado, C. E., Pérez-Acosta, A., (2018b). “Editorial: una reflexión crítica sobre la cultura de rankings e indicadores”, en: *Avances en Psicología Latinoamericana*, Vol. 36(3), pp. 431-441, ISSN 2145-4515; disponible en: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/apl/article/view/7253/6615>
- Maldonado, C. E., (2017a). “Educación compleja: indisciplinar la sociedad”, en: *Educación y Humanismo*, Educación compleja: Indisciplinar la sociedad.

En *Revista Educación y Humanismo*, 19(33), 234-252. <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.19.33.2642>; disponible en: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/educacion/article/view/2642/2672>

Maldonado, C. E., (2017b) “De dos modos de interdisciplinariedad, uno”, en: *Revista Latinoamericana de Ensayo. Critica.cl*; disponible en: <http://critica.cl/filosofia/de-dos-modos-de-interdisciplinariedad-uno>, Año XX, No. 1, , ISSN 0719-2088

Maldonado, C. E., (2017c) “Tipología de modelos científicos de explicación. Ciencia y complejidad”, en: *Sociología y Tecnociencia*, 7/2, pp. 58-72; doi: <https://doi.org/10.24197/st.2.2017.58-72>; disponible en: <https://revistas.uva.es/index.php/sociotecnico/issue/view/62>

Maldonado, C. E., (2016d) “Metaheurísticas y resolución de problema complejos”, en: *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, Vol. 16, No. 33, pp. 169-185

Maldonado, C. E., (2013) “Amor a la adversidad”, en: <http://www.revistamilmesetas.com/amor-a-la-adversidad>, Octubre 6, *Revista de la UNAM*; disponible en: <https://studylib.es/doc/727950/adversidad>

Roberts, R. M., (2013). *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia*. Madrid: Alianza editorial

Watson, P., (2017). *Convergencias. El orden subyacente en el corazón de la ciencia*. Barcelona: Crítica

Wilson, E. O., (1998). *Consilience. The Unity of Knowledge*. New York: Alfred A. Knopf

Capítulo 9

LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD SON CIENCIAS DE LA VIDA

Introducción

Las ciencias de la complejidad constituyen un fenómeno apasionante, reciente y creciente de investigación. No cabe decir, en manera alguna, que la ciencia de punta son las ciencias de la complejidad; pero sí puede afirmarse sin recatos que lo mejor de la ciencia de punta (*spearhead science*) sí *pasa* por las ciencias de la complejidad. Dicho de manera puntual, se trata de ese grupo de ciencias, disciplinas, métodos, lenguajes, enfoques y metodologías que tienen en común el rechazo del reduccionismo y del determinismo, el recelo de la ciencia de tipo lineal, en fin, el reconocimiento de la no-linealidad. De manera fuerte y precisa, se trata del estudio no simple y llanamente de fenómenos, sistemas y comportamientos complejos, sino, mucho mejor, caracterizados por complejidad *creciente*.

El origen de las ciencias de la complejidad ha sido presentado en varias oportunidades (Waldrop, 1993; Lewin, 1994; Gleick, 2008). Hoy es ya un lugar común el reconocimiento de que se ocupan de fenómenos, sistemas y comportamientos caracterizados por propiedades y atributos tales como: fluctuaciones, turbulencias, inestabilidades, no-linealidad, emergencia, autoorganización, sinergias, percolación, redes libres de escala, y varios más (Barabasi, 2003; Barrat *et al.*, 2008). Este reconocimiento fue el resultado de las primeras contribuciones al estudio de la complejidad, provenientes principalmente de la física, la química, las matemáticas, las ciencias de la computación y la biología.

Muy pronto, alrededor del año 2000, aproximadamente, se hizo evidente, sin embargo, que desde cualquier punto de vista los sistemas de mayor complejidad son los sistemas sociales (Scott, 2007; Mitchell, 2009; Byrne and Callaghan, 2014), *latu sensu*; esto es, los sistemas sociales naturales, los sistemas sociales artificiales y los sistemas sociales humanos. A la fecha, el grueso del trabajo e investigación en complejidad son los sistemas sociales; pero, al mismo tiempo, los retos y desafíos se han vuelto mayores.

Lo anterior, no obstante, con este texto me propongo defender una tesis, a saber: las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida (aunque lo contrario no pueda afirmarse necesariamente). En efecto, desde casi cualquier punto de vista razonable, el fenómeno de máxima complejidad posible son los sistemas vivos – la vida. Así, la tesis enunciada quiere significar que las ciencias de la complejidad tienen por objeto –esto es, por finalidad–, comprender la vida, explicarla, y, por derivación, por tanto, afirmar-la, hacerla posible de tantas maneras como quepa imaginar.

Como se hace evidente, consiguientemente, en las ciencias de la complejidad no hay

una carga más teórica que práctica (o al revés), y ambas se implican recíproca y necesariamente. Los imperativos de este grupo de ciencias son tanto científicos como éticos. Este rasgo es algo que difícilmente puede decirse del panorama científico en general en el mundo – en las que aún predominan las discusiones y los énfasis teóricos y los prácticos o éticos, los filosóficos o los científicos, o también, los explicativos y comprensivos y los de aplicación y experimentación. En el curso de este texto iré mostrando las dos cargas en zig-zag.

En cualquier caso, intuitiva, conceptual, categorial, imaginativa, heurísticamente, la vida es el fenómeno de máxima complejidad conocida, o de máxima complejidad posible. La vida tal y como la conocemos, y la vida-tal-y-como-podría-ser-posible. Esta última distinción se encuentra en el núcleo mismo de las investigaciones en el que se cruzan la biología y la ecología, las ciencias de la computación, las ciencias sociales y humanas y la vida artificial.

La tesis enunciada se soporta en cuatro argumentos, así: en primer lugar, se elabora un contraste entre los orígenes de las ciencias de la complejidad y la heurística o la filosofía de las mismas. Este contraste ha pasado obliterado usualmente en la bibliografía. Sobre esta base, el segundo argumento afirma que es indispensable una comprensión básica de la vida o de los sistemas vivos, y esta comprensión consiste en el hecho de que no existe absolutamente ningún componente material o hylético que permita distinguir la vida de la no-vida. El tercer argumento sostiene que el estudio de la vida y de los sistemas vivos tiene un grado al mismo tiempo de generalidad y de singularidad que todos los otros fenómenos –físicos, y demás- carecen. Se hace, naturalmente, la justificación de este argumento. Finalmente, el cuarto argumento afirma que las ciencias de la vida son ciencias de la complejidad, pero lo contrario no puede afirmarse de la misma manera. Al final se extraen algunas conclusiones.

El origen y la filosofía de las ciencias de la complejidad: un contraste

Las ciencias de la complejidad nacen a partir del grupo de ciencias más prestigiosas, con mayores desarrollos sólidos y presupuesto: la física, la biología, la química, las ciencias de la computación y las matemáticas. Esto ha sido reconocido ya por diversos autores (Pagels, 1991). En este sentido, durante mucho tiempo, incluso hasta la fecha, el lenguaje de las ciencias de la complejidad ha sido marcadamente fiscalista, o biológico, o matemático y demás. Conceptos, aproximaciones, enfoques tales como transiciones de fase de primer orden y de segundo orden, redes catalíticas y autocatalíticas, distinción entre una máquina de Turing (TM, por su sigla en inglés) y otros

tipos de máquinas (o-TM, U-TM, y otras), percolación, grafos e hipergrafos, redes libres de escala y leyes de potencia, por ejemplo, son algunos ejemplos conspicuos y bien conocidos del lenguaje que permea y hace posible los estudios sobre los fenómenos de complejidad creciente (Strogatz, 2003; Watts, 2004). La lista se puede ampliar a voluntad sin ninguna dificultad.

Esta característica tiene dos retos enormes: de un lado, da la impresión de que existiría un cierto cientificismo entre los estudiosos e investigadores de la complejidad. Otros aspectos, dimensiones y realidades como el arte, la literatura, la estética y la música, por ejemplo, quedarían por fuera del ámbito de las “ciencias de la complejidad”. Una crítica sobre este primer aspecto puede encontrarse en (Casti, 1998; Maldonado, 2016b).

Al mismo tiempo, de otra parte, esta impresión podría hacer pensar que cuando se dirige la mirada, por ejemplo, hacia las ciencias de la salud, las ciencias de la vida o las ciencias sociales y humanas, el mismo tipo de lenguaje, métodos, enfoques y explicaciones serían de uso obligatorio. Se olvida, de esta suerte, que la atmósfera, si cabe decirlo así, de la complejidad es la interdisciplinariedad; esto es, el cruce y retroalimentación recíproca de ciencias, enfoques, disciplinas y tradiciones diferentes pero que confluyen en el interés o la necesidad por comprender y explicar la complejidad.

A fin de evitar generalizaciones, quisiera aquí concentrarme en un caso particular. Se trata del caso, apasionante y muy reciente, del diálogo o las contribuciones entre historia y complejidad, un fenómeno que no ha sido atendido, para nada, por parte de los complejólogos de primera generación (Prigogine, Pines, Anderson, Arrow, Kauffmann, Gell-Mann, Holland, y muchos más).

La historia y la historiografía en sus relaciones con la complejidad pone de manifiesto que pensar la historia consiste en pensar el cuadro amplio (*big picture*) de los acontecimientos y fenómenos de la historia, que no se reducen a los aspectos estrictamente históricos e historiográficos. La historia profunda (*deep history*), la gran historia (*big history*) y la historia total (*histoire totale*), son los tres ejes que definen el sentido de la historia en el sentido de la complejidad. Así, climatología y geología, genética y teoría de la evolución, cosmología y astrofísica confluyen con los campos habituales de la economía, la sociología, la historia y la filosofía. El lenguaje deja de ser el de un solo grupo de ciencias, para incorporar a diferentes familias de ciencias (Schryock and Lord Smail, 2011; Christian, 2005; Morris, 2016).

A pesar de lo anterior, está claro que la física, la química, la biología, las matemáticas,

la biología y las ciencias de la computación han sentado ampliamente todas las bases y fundamentos –semánticos, metodológicos, heurísticos- para el estudio de la complejidad (Cowan, et al., 1999). El cuadro No. 4 ofrece un panorama de los conceptos, métodos y características de los sistemas complejos.

Cuadro No. 4: El panorama de las ciencias de la complejidad *modo* normal

Ciencias o Disciplinas	Conceptos	Métodos	Heurística
Física	Transiciones de fase (de primer orden y de segundo orden) Fenómenos de percolación Concepto de información Efecto Zenón Comportamientos cuánticos	Física estadística	Búsqueda de elementos simples y leyes fundamentales
Química	Redes catalíticas y autocatalíticas, Estructuras conservativas y estructuras disipativas		Estudio de redes catalíticas Recientemente, trabajo en escalas microscópicas (micro escalares)

<p>Biología</p>	<p>Emergencia, Autoorganización</p> <p>Jerarquías de complejidad</p> <p>Equilibrios puntuados</p> <p>Metabolismo y metabolización</p> <p>Aprendizaje y Adaptación</p>	<p>Evolución</p> <p>Genética</p> <p>Biología de sistemas e</p> <p>Enfoque</p> <p>Evo-Devo, y</p> <p>Eco-Evo-Devo</p>	<p>Trabajo con base en largas series de tiempo, y también procesos (más) acelerados de evolución</p>
<p>Matemáticas</p>	<p>Mapas cuadráticos, Redes complejas, Leyes de potencia</p> <p>Problemas P vs NP</p> <p>Grafos e hipergrafos</p>	<p>Diversos métodos analíticos (teorema KAM, constantes de Lyapunov, y muchos más)</p>	<p>Distinción entre matemáticas de sistemas continuos y matemáticas de sistemas discretos</p>
<p>Ciencias de la Computación</p>	<p>Lenguaje booleano, Máquina(s) de Turing, Arquitectura de Von Neumann</p> <p>Hypercomputación</p>	<p>Métodos y procedimientos algorítmicos</p>	<p>Sistemas bioinspirados, Computación y sistemas vivos</p>

Nota: Existen varios conceptos y métodos que no son exclusivos de una sola ciencia o disciplina

Fuente: *Elaboración propia*

Pues bien, podemos afirmar, sin ambages que el cuadro No. 4 condensa lo que podemos denominar el estado normal del estudio y trabajo en las ciencias de la complejidad. Dicho en términos más fuertes y directos, esta es la normalidad en complejidad⁶. Naturalmente, el cuadro No. 4 no pretende ser exhaustivo, pero sí mostrar una visión general o una tendencia en el estudio de la complejidad.

Tal es el caso que cuando se funda el que quizás es el más prestigioso o el más popular de los centros e institutos de complejidad, el Instituto Santa Fe (en Nuevo México), nace inmediatamente el programa de encontrar las leyes últimas constitutivas de la complejidad, y, al mismo tiempo, nace el propio concepto de “ciencias de la complejidad”. Es imposible trabajar hoy en día en complejidad sin pasar por el modelamiento y la simulación; y al mismo tiempo, en otro plano, es imposible trabajar complejidad, asimismo, sin atravesar por el estudio de las ciencias de grandes bases de datos (*Big-Data Science*).

Basta una mirada cuidadosa a lo mejor de la bibliografía sobre ciencias de la complejidad para verificar la validez de aquello a lo que apunta el Cuadro No. 4. Pero lo mismo puede afirmarse sin dificultad para la mayoría de Centros e Institutos dedicados al estudio de la complejidad. No en última instancia, particularmente por parte de quienes se introducen apenas en las ciencias de la complejidad, se ha desarrollado una *jerga* propia. Es la jerga de la comunidad de los complejólogos, y de manera generalizada, esa jerga es predominantemente fiscalista, matemática o computacional.

Pues bien, quisiera decirlo de manera franca y directa: pareciera que existiera una tendencia fiscalista entre los complejólogos –cuya mejor expresión sería la afirmación según la cual en la base de la complejidad existen leyes simples; aun cuando jamás se ha llegado a explicitar dichas leyes-; o bien, pareciera que existiera un científicismo que no permite superar el llamado crítico de C. P. Snow acerca de la dos culturas (2012); o acaso, incluso, a pesar del llamado de Brockman acerca de la emergencia de una “tercera cultura” (1991). Una asimetría entre artes y humanidades, de un lado, y ciencias, de otro, pareciera no haberse resuelto jamás, con la ayuda de las ciencias de la complejidad.

Como se aprecia sin dificultad, el origen de las ciencias de la complejidad marca su

⁶ Como se aprecia, hay en el fondo un eco kuhniano en la distinción entre ciencia normal y ciencia revolucionaria (o nuevos paradigmas). Hoy en día, gracias al crecimiento de la masa crítica en complejidad, ya existe algo así como una complejidad normal. Diversas fuentes en twitter hacen evidente esto, Wikipedia, Handbooks, etc.

destino hasta hace muy poco tiempo, y muy ampliamente en la comunidad –que ya va siendo relativamente normal- de complejólogos. Sin embargo, la filosofía de las ciencias de la complejidad permanece, si cabe decirlo, en otro plano. Se trata del esfuerzo sincero y denodado por llevar a cabo síntesis –algo que, a decir verdad, no ha terminado de madurar completamente; la mayoría de los trabajos en esta área siguen siendo minimalistas, técnicos, ampliamente aplicados y experimentales-. Han existido numerosos llamados a trabajar en la filosofía de las ciencias de la complejidad (Rescher, 1998; Mitchell, 2003), y este llamado consiste en aspectos como los siguientes:

- *Elaborar síntesis amplias, fuertes y móviles.* A nivel gráfico, el mapa de la complejidad elaborado por B. Castellani, y ampliamente conocido por los complejólogos⁷. La dificultad estriba en que a nivel teórico o conceptual un mapa semejante aún queda como un deseo o un indicador, sencillamente.
- *Establecer los principios (fundamentales) de la complejidad.* La dificultad estriba en que estos principios fueron entendidos como la búsqueda de las leyes últimas constitutivas de la complejidad que, se asumió siempre, deben ser elementales. Este llamado puede ser visto como el leitmotiv de la fundación del Instituto Santa Fe (SFI). Al cabo, esta búsqueda nunca logró su cometido, y con el tiempo, los investigadores vinculados en torno al SFI dejaron de hablar o de mencionar lo que podemos idóneamente llamar los principios de la complejidad.
- *A título metodológico, la complejidad se funda en la interdisciplinariedad.* Este rasgo es suficientemente conocido, y, sin embargo, se impone una observación puntual. Bien entendida, la interdisciplinariedad consiste en el trabajo entre grupos de familias de ciencias y disciplinas y no simplemente el trabajo al interior de una misma familia de disciplinas y ciencias. La verdadera interdisciplinariedad no es, por ejemplo, con referencia a las ciencias de la salud, cuando un epidemiólogo trabaja con un clínico, un traumatólogo, un inmunólogo y una enfermera. Asimismo, tampoco existe interdisciplinariedad al interior de las ciencias sociales y humanas por el hecho de que trabajen mancomunadamente un historiador,

⁷ Una versión, para el año 2018, puede ser la siguiente: <https://twitter.com/complexcase/status/950749146713133057>

un antropólogo, un filósofo, un economista y un politólogo, por ejemplo. Finalmente, a título ilustrativo, no hay interdisciplinariedad por el simple hecho de que trabajen en equipo un físico, un geólogo, una matemática, un biólogo y un experto en computación o un estadístico. La verdadera interdisciplinariedad es cruzada entre familias de ciencias.

- Observemos, para concluir provisoriamente esta primera sección, que los sistemas vivos exhiben todas las características, globalmente, que todos los sistemas – físicos, químicos, biológico, y demás-, poseen. Pero, *adicionalmente*, los sistemas vivos poseen propiedades y atributos que los sistemas físicos, químicos y demás, *en cuanto tal*, no poseen. Quisiera mencionar un rasgo singular: notablemente, los sistemas vivos procesan información en términos no-algorítmicos. Volveré sobre esta idea a continuación.

Qué son y qué hacen los sistemas vivos

La forma tradicional como los sistemas vivos han sido comprendidos o explicados es a partir de los componentes o estructuras de los mismos, generalmente físico-químicos. Dicho de manera puntual, el problema de base consiste en la “definición” de lo que es la vida. Así, la vida sería un atributo específico que podría ser traducido en términos de termodinámica, la capacidad de reproducción, el conjunto de funciones metabólicas, la capacidad de autonomía y otros caracteres, y también como la complementación entre estos mismos atributos entre sí (Bedau and Cleland, 2010). Esta es, ampliamente, la dirección principal de trabajo en torno a la comprensión y explicación de lo que son los sistemas vivos. En esta dirección participan, con aportes propios, biólogos y médicos, científicos de la computación y filósofos, químicos y matemáticos, entre otros.

No obstante lo anterior, los sistemas vivos pueden ser comprendidos en otra dirección, así: los sistemas vivos son *lo que hacen*, no tanto aquello de lo cual están compuestos. Si esta idea es plausible, entonces la mirada debe dirigirse hacia el tipo de cosas que hacen los sistemas vivos que otros fenómenos y sistemas *no* hacen – en el planeta, en el universo.

He defendido la idea según la cual los sistemas vivos procesan información, y la procesan de una manera que no es posible asimilar a ninguna clase de máquina o de sistemas en el universo. El procesamiento de información es, a decir verdad, una comprensión computacional de la vida. Ahora bien, esta idea exige dos precisiones puntuales.

Más exactamente, los sistemas vivos procesan información de manera no-algorítmica (Maldonado, Gómez Cruz, 2015).

Computar significa sencillamente procesar información. Desde este punto de vista, computar no quiere decir, en manera alguna, así como analizar, pensar, conocer o algo semejante. Puede decirse que la metáfora de nuestra época es la de la computación, como la manera más adecuada, a los tiempos que corren, para entender procesos, estructuras, dinámicas. No en última instancia, cabe recordar aquí una idea de base en biología: la función determina la estructura.

En efecto, el computador, o mejor, la computación sirve como metáfora o símbolo para la ciencia en general en nuestra época. Así, por ejemplo, se ha sostenido explícitamente que el universo es un gran computador (S. Lloyds, 2007; Hey, Papay, 2014)); son varias las fuentes que apuntan en esta misma dirección^{8, 9, 10}.

De otra parte, al mismo tiempo, el procesamiento de la información puede ser adecuadamente entendido, gracias a la medicina o a la biología, como la metabolización. En este sentido, metabolizar significa transformar una cosa en otra. Exactamente en esta dirección, procesar información no significa simplemente leer el universo y el medio ambiente, sino, mucho mejor, leer el entorno y entonces, consiguientemente, transformarlo. La información misma consiste en el procesamiento de la misma, de tal suerte que no existe información antes del procesamiento, y tampoco después.

Pues bien, decir que los sistemas vivos procesan información significa que tanto leen e interpretan el medio ambiente como que transforman el medio ambiente al cual se adaptan. Sólo que este procesamiento de información no debe ser asimilado, en absoluto, a una Máquina de Turing (Maldonado, 2017b). Dicho de manera clara y directa: los sistemas vivos no procesan números y funciones. Cuando el procesamiento de la información es idóneo, adecuado o bien efectuado, transforma a los sistemas vivos en más sistemas vivos. De lo contrario, pone a los sistemas vivos en peligro. Procesar información es para los sistemas vivos un asunto de vida o muerte.

En este sentido, se ha sostenido que el procesamiento de información por parte de los

8 Ver por ejemplo: <https://www.scientificamerican.com/article/are-we-living-in-a-computer-simulation/>

9 <https://www.space.com/32543-universe-a-simulation-asimov-debate.html>

10 <http://www.i-programmer.info/babbages-bag/356-universe-as-computer.html>

sistemas vivos puede ser llamado como *hipercomputación biológica*, justamente para designar que los sistemas vivos procesan información de forma no-lineal, en paralelo, en multinivel, de manera distribuida, y en términos de no-localidad. Nada semejante a una Máquina de Turing, en ningún sentido.

Los sistemas vivos se adaptan incesantemente al medioambiente y al mismo tiempo modifican el entorno al cual se adaptan. Esto es, los sistemas vivos viven en paisajes rugosos adaptativos (*rugged adaptive landscapes*), y lo que observamos en la naturaleza son procesos permanentemente inacabados de co-evolución. Mucho mejor, y más radicalmente, la vida en general puede ser vista como una vasta red o trama de cooperación, antes que de selección y competencia. Esta idea ha dado lugar a la teoría del origen cooperativo de la vida (Nowak, 2011; Wilson, 2012). El concepto que mejor sirve para explicar esta situación es el de *eusocialidad* (*eusociality*). La vida, en una palabra, es un vasto sistema de cooperación, mutualismo y comensalismo, antes que de selección y depredación. No en última instancia, los sistemas vivos son holobiontes.

Digámoslo en otras palabras, desde otra perspectiva. No existe absolutamente ningún componente material, ontológico o hylético (*hylé*, en griego), que permita distinguir la vida de la no-vida. Asimismo, no existe absolutamente ninguna línea demarcatoria fija, bien establecida, que permita separar la vida de la no-vida, o también, la vida del medio ambiente, o incluso, asimismo, los factores bióticos de los abióticos.

El alfabeto de la totalidad del universo conocido y por conocer ha sido plenamente identificado –hasta la fecha-. Se compone de 118 letras: es la tabla de elementos químicos. La diferencia entre un animal y una silla, entre una planta y un balón cualquiera, entre un ser humano y un esfero determinado, o también entre una bacteria cualquiera y un vidrio o ventana, es únicamente una diferencia de tres tipos: o bien de grados (o gradientes), cualitativa, o de organización. Un elemento, por ejemplo, tiene más molibdeno que el otro, uno tiene más einsteniano que otro, uno tiene más litio que otro, y así sucesivamente, por ejemplo. O bien, inversamente, uno tiene menos potasio que otro, tiene menos francio que otro, en fin, menos sodio que otro, por ejemplo.

En el lenguaje de la química, lo anterior puede decirse, igualmente, en el sentido de que en un caso existen enlaces débiles, en otros enlaces dobles, en otro más, enlaces covalentes, y así sucesivamente, como es conocido. La química sienta las bases para el alfabeto del universo, del mundo, de la realidad. Las diferencias entre los elementos de la naturaleza y del mundo son solamente diferencias de organización, de grados o cualitativas: nunca materiales u ontológicas. Como se apreciaba, se produce aquí una

fuerte inflexión con respecto a toda la historia anterior y frente a las comprensiones estándar de la vida.

La idea del “metabolismo primero” (*metabolism first*) ha venido a arrojar luces sugestivas con respecto al conjunto de teorías acerca de los orígenes de la vida. La vida crea las condiciones de posibilidad para su aparición y emergencia: no existen condiciones iniciales antes de que aparezca la vida, y acaso, entonces, diferentes a la vida misma. Los sistemas vivos aparecen en el universo ya con ciertos grados de complejidad, y no a partir de elementos simples que agregativa o composicionalmente darían origen a la vida.

La complejidad aparece ya compleja, pero se va haciendo, posteriormente, de complejidad creciente. Este es el núcleo mismo del estudio de los sistemas complejos. Pensar en complejidad significa, en otras palabras, pensar en términos de síntesis, y no ya solamente de forma analítica y agregativa.

Como se comprende, los sistemas vivos pueden ser comprendidos, en contraste con toda la tradición no simplemente a partir de los componentes que los estructuran, sino, mucho mejor, en términos de lo que hacen. Los componentes no son, finalmente, muy diferentes del resto del universo. La vida forma parte del universo mismo, pero se expresa como una cualidad diferente del mismo. Esta cualidad es precisamente el hecho de que los sistemas vivos transforman el entorno abiótico, la entropía, en más vida. Los sistemas vivos responden a un entorno que cada vez comprendemos mejor en sus inicios, pero es, definitivamente, un acontecimiento singular – no un fenómeno que se ajuste a leyes, que son, por definición, de carácter general.

Así, por ejemplo, los sistemas vivos modifican el CO_2 para permitir un balance de oxígeno conveniente que haga posible la vida misma. En términos básicos, las relaciones pueden plantearse en los siguientes términos. El sol se caracteriza por que transforma fuerza gravitacional en energía electromagnética. Esa energía llega a Gaia, como fuente primera, y en Gaia las plantas transforman la energía electromagnética en energía química (Volk, 1998). Es la fotosíntesis. A su vez, las plantas y los seres humanos transforman la energía química en energía cinética. Pues bien, de manera más amplia, los sistemas vivos transforman la energía cinética en energía potencial.

De esta suerte, no solamente la entropía del universo se reduce produciéndose así formas y sistemas complejos, sino, al mismo tiempo, los sistemas vivos transforman la entropía en condiciones para el sostenimiento y creación de nuevas formas de vida. Esta es la historia de la evolución.

En otras palabras, los sistemas vivos degradan la entropía del sol, y ese proceso puede ser idóneamente comprendido como el proceso a través del cual los sistemas vivos procesan información: del universo, del sol, del planeta mismo, de sí mismos, de sus entornos y sus relaciones, en fin, incluso, de sus propias posibilidades o potencialidades (Chaisson, 2000). Sólo que todo este proceso acontece de forma no-teleológica. Algo que ya quedará sólidamente establecido a partir de Darwin.

Esto significa que los sistemas vivos procesan la energía libre y la transforman sentando las condiciones de posibilidad de su propia existencia, pero todo ello tiene lugar de forma no finalista; la evolución es el proceso mediante el cual, precisamente a través de paisajes rugosos adaptativos, los sistemas vivos se van haciendo posibles a sí mismos *a cada paso*. La vida es un acontecimiento no-teleológico que sabe de sí misma y de su entorno, en cada momento. En otras palabras, los sistemas vivos son un “programa” incomprensible –a la manera de Turing-, y más exactamente indecidible. Se trata de una magnífica aporía, los sistemas vivos son sistemas de complejidad creciente intratables, (en el sentido de problemas intratables), que, sin embargo, se hacen posibles así mismos, de manera incesante, indefinida. En esto consiste la complejidad.

Los procesos de metabolización, de reproducción, los procesos termodinámicos en toda la línea de la palabra, y el procesamiento de información son acontecimientos que definen a los sistemas vivos de manera radical, exactamente así: como *procesos*, y no como *estados*. La vida es lo que hace de sí misma y en la forma en que lo hace, modificando, incluso, hasta cierto punto, los componentes mismos de que está estructurada. La consecuencia filosófica es de una radicalidad sin igual: los sistemas vivos son un devenir (Heráclito), y no ser (Parménides). Es en y a través del devenir que, en algún momento, los sistemas vivos llegan a ser alguna forma o estructura o comportamiento determinados.

La vida, un evento raro

Las ciencias de la vida, la biología, pero también los sistemas sociales y humanos tratan de singularidades, de excepciones, no de fenómenos y acaeceres universales y necesarios. Que es y fue la lectura tradicional en ciencia y en la cultura.

En efecto, la preeminencia –lógica, metodológica, heurística y semántica- del fisicalismo, hizo creer siempre que la ciencia se ocupaba de fenómenos universales, generales, y experimentalmente reproducibles.

Pues bien, es una característica propia de las ciencias de la complejidad *latu sensu*, reconocer que la contingencia, el azar o la casualidad forman parte inextricable del universo y de la realidad. Las cosas no existen y no suceden según leyes y siempre necesariamente. Adicionalmente, hay fenómenos que tienen lugar aleatoriamente y son emergentes; no suceden causalmente.

Mencionemos, de manera caprichosa algunos ejemplos: solamente una vez en la historia del universo emergió la vida en la forma en que la conocemos, hace alrededor de 4.500 millones años, y nunca antes o después hemos sabido que la vida haya aparecido de la forma en que tuvo lugar; una sola vez en la vida hubo una revolución como la 1789 o la de 1917 y nunca jamás ha vuelto a suceder una revolución semejante; una sola vez en la historia se descubrió un continente de la forma como tuvo lugar en 1492, y nunca antes ni después ha sucedido un acontecimiento semejante. Los ejemplos pueden multiplicarse a voluntad. Y precisamente porque fueron acontecimientos singulares e irrepetibles implican complejidad.

En la misma dirección, una sola vez, hasta donde sabemos, un universo se originó hace aproximadamente 14 mil millones de años de la forma como este universo (o en rigor: esta región del universo) nació, a partir del fenómeno de supersimetría, y ha tenido la evolución que conocemos hasta la fecha. Es un hecho reconocido abiertamente que se trata de una singularidad. En la misma dirección, el estudio de los cuerpos o fenómenos más simples del universo, los agujeros negros, arrojan luces maravillosas acerca de las singularidades que se encuentran en el centro de cada galaxia. El estudio de los agujeros negros constituye uno de los vértices de la cosmología y la astrofísica. Análogamente, en un plano diferente, la pasión que genera entre los matemáticos el estudio de la función Z de Riemann muestra claramente que los números primos –los ladrillos de los números y del universo, en realidad-, constituyen singularidades cuyo patrón escapa aún a las mejores mentes de la humanidad.

La idea de base aquí es que el estudio de la complejidad consiste en el estudio de singularidades, excepciones, acontecimientos únicos e irrepetibles. Ahora bien, cuando existen grupos de fenómenos excepcionales hablamos entonces de patrones (*patterns*). Así, por ejemplo, el caos nace a partir de la meteorología, que es la ciencia que se ocupa de la predicción del tiempo, y que pone de manifiesto que el caos implica la impredecibilidad; más exactamente la impredecibilidad a mediano y a largo plazo (Lorenz, 2000; Ruelle, 1995). La mariposa de Lorenz significa exactamente eso: nadie se baña dos veces en el mismo río (Heráclito); esto es, pequeños cambios imperceptibles tienen consecuencias enormes e impredecibles de tal suerte que ningún fenómeno hace dos veces la misma trayectoria. A su vez, la termodinámica del no-equilibrio esta-

blece que los sistemas complejos existen en el filo del caos o, lo que es equivalente, lejos del equilibrio. En fin, la historia y las características de las ciencias de la complejidad son conocidas y han sido narradas en varias oportunidades.

Pues bien, existe un concepto preciso para designar las singularidades, los acontecimientos contingentes, en fin, las excepciones. Se trata del concepto de eventos raros (Maldonado, 2016b). Los fenómenos, sistemas y comportamientos complejos son eventos raros, literalmente.

Un evento raro es aquel que, por ejemplo, en términos de su traducción estadística, puede ser entendida como una cola larga, y que es el objeto de estudio de la teoría de la teoría del valor extremo. Aunque hay que decir que otras estrategias y alternativas existen para el estudio de los eventos raros, tales como las lógicas no-clásicas, la lógica de contrafácticos, el estudio de la contingencia en general, y claro, las ciencias de la complejidad.

El estudio de los sistemas vivos implica, si cabe decirlo así, el estudio de la climatología (Acot, 2005) –esto es, la ciencia de esos fenómenos esencialmente variables inestables que es el clima, un fenómeno de largo alcance que se cruza con la geología-, tanto como el estudio de la evolución y el desarrollo –enfoque Evo-Devo-. Una manera puntual como puede traducirse esta doble implicación es como el estudio de la epigenética (Jablonka y Lamb, 2004; Moore, 2015). Esta idea quiere simple y llanamente subrayar el reconocimiento expreso de que no hay dos cosas: naturaleza y cultura, sino una sola.

En ciencias de la salud en general, el modelo imperante hasta la fecha ha sido la epidemiología, que sirve de base para los estudios y afirmaciones acerca de epidemias, pandemias, morbilidad y mortalidad¹¹. El modelo epidemiológico en general responde a criterios de tipo fiscalista y por tanto universalista. Como es sabido, varios movimientos se están produciendo que apuntan en otras direcciones. Así, por ejemplo, la medicina transpersonal, que puede ser entendida como el estudio del paciente en términos de su genómica, transcriptómica, glucómica y demás. De esta suerte, la biología

11 Al cabo, la medicina y las ciencias de la salud sólo han sabido de enfermedad, y nunca, plenamente, hasta la fecha, de salud. Una derivación de este trabajo consiste en el reconocimiento de que las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida, y entonces, traducido al lenguaje de la medicina y de las ciencias de la salud, se trata de una inflexión fundamental en la mirada: debemos poder pensar en salud, y no ya en enfermedad; ni siquiera, quisiera mencionarlo, de pasada, en el continuo salud-enfermedad. Pero este es el tema de otro texto que queda para otro momento y lugar.

de sistemas permite un estudio personalizado, individual, más integrado y singular en cada caso.

En términos humanos, cabe decir sensatamente que la diferencia en el universo la establece el individuo. Es indudable que la estadística en general, y más ampliamente la mecánica estadística ha hecho contribuciones importantes a la historia del conocimiento y de la investigación. Pero es igualmente cierto que cada vez más el énfasis se desplaza hacia el estudio de fenómenos particulares, singulares, digámoslo de manera puntual, excepcionales. Esta constituye, sin ninguna duda, la punta de la investigación en general en el mundo.

El descubrimiento de los eventos raros constituye una ganancia en la historia de la ciencia en general, análoga al descubrimiento de la incertidumbre, a comienzos del siglo XX. No hemos perdido, en absoluto, las certezas y verdades que alguna vez ganamos o conquistamos. Lo que sucede es que, *adicionalmente*, hemos hecho el aprendizaje de la incertidumbre. Huelga decir que las incertidumbres son intrínsecas a la naturaleza, y no tiene, entonces, en absoluto, ninguna connotación psicológica, emocional o cognitiva.

De esta suerte, puede decirse que el vector general del conocimiento –esto es, de la historia de la ciencia, de la filosofía y en la cultura en general- consiste en el tránsito de lo general a lo particular; esto es, de estudios, intereses y enfoques centrados en procesos de generalización y universalización, hacia el reconocimiento de fenómenos, procesos y comportamientos singulares y particulares. Hasta llegar, explícitamente, al reconocimiento de los eventos raros.

La vida: un fenómeno raro, basado en un componente altamente frágil –el carbono-, con raíces en un gas extraño en el universo y altamente explosivo –el oxígeno-, cuya característica fundamental es la biodiversidad –esto es, el carácter irrepetible de las formas (morfología)-, en fin, un acontecimiento que se ha recuperado a sí mismo, contra todos los datos estadísticos, a lo largo de cinco extinciones masivas, varias de ellas de un valor altamente crítico.

Podemos afirmar sin ambages que lo que hace a la vida es el hecho de que siendo ella misma un fenómeno físico, no se agota ni se reduce a la física, y, por el contrario, se define por su negación incesante de las leyes físicas –neguentropía (Schrödinger), estructuras disipativas (Prigogine)-. Los sistemas vivos resuelven problemas de altísima complejidad como si fueran elementales (plegamiento de proteínas, producción de antígenos, adaptación a medios inhóspitos).

Los extremófilos constituyen acaso el plano más desafiante de las leyes de la física. Es prácticamente imposible girar la mirada en el planeta y no encontrar vida; *à la limite*, la mismo puede decirse casi del sistema solar mismo. Un evento raro y discreto que se afirma a sí mismo como posible contra todas las apariencias e imposibilidades estadísticas. Un acontecimiento apasionante desde cualquier punto de vista. Los extremófilos, esa familia que se encuentra vecina a los casos más extremos y apasionantes: los virus (viroma), las bacterias (bacterioma), los microbios, los parásitos, los hongos. ¿Cabe aquí mencionar que la biomasa de las bacterias es bastante mayor que la de los seres humanos?

Mientras que la física sienta las bases del reloj biológico –ritmos circadianos, metabolización, fisiología, y otros aspectos-, la biología se define por el esfuerzo por arrancarle tiempo a la naturaleza física. Y lo logra, muy notablemente, en el caso de la adaptación en general, y en el caso de los seres humanos, como la ampliación de las esperanzas y las expectativas de vida. Los seres humanos, que de entrada forman parte de un género con ciclos cortos de vida, ha logrado gracias a la cultura en general, a la ciencia y a la tecnología, ganar una vida de más (de lo que originariamente podría haberse pensado (Rosnay, 1993).

Como se aprecia sin dificultad, los sistemas vivos sientan y modifican al mismo tiempo las condiciones de posibilidad de su propia existencia. Ningún campo es tan sugestivo y provocador al mismo tiempo como el estudio de las bacterias. Al cabo, hemos llegado a hacer el aprendizaje que los seres humanos (aunque no exclusivamente ellos), son holobiontes: por cada célula viva existen por lo menos diez bacterias (microbiomas) en el organismo humano. Tenemos mucho más en común con la naturaleza que de específico de los seres humanos.

Desde prácticamente cualquier punto de vista los sistemas vivos en general son excepciones, eventos raros. La expresión acaso más gruesa de su existencia es el hecho de que en la escala planetaria, el metabolismo global de los seres vivos modifica profundamente la composición de la atmósfera terrestre, de tal suerte que no existen condiciones anteriores a la aparición y surgimiento de la vida, sino, en su misma evolución, los sistemas vivos van adaptando las condiciones para que sean propicias, ellos mismos se adaptan se las presiones del medioambiente y del clima, y modifican a la vez la composición de la atmósfera terrestre a escala global.

Naturalmente que el clima no existe per se; existen, además, los microclimas. En cualquier caso, los biotopos resultan como un proceso inacabado, incesante de adaptación

y de modificaciones que van haciendo posible el más apasionante, el más inverosímil, el más extraño de los todos los fenómenos en el universo: la vida misma – en su diversidad (genética, natural y cultural) (Holland, 1995; 1998).

¿En qué sentido puede decirse que las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida?

El estudio de la complejidad ha sido tradicionalmente considerado como el estudio de todos aquellos fenómenos, sistemas y comportamientos que no se explican ni pueden manejarse en los marcos de una campana de Gauss (o en otros términos, curva de Bell, distribuciones normales, ley de grandes números. La idea es clara. En contraste, se ha sostenido (Bak, 1996) que los sistemas complejos exhiben rasgos o propiedades de una ley de potencia.

En otras palabras, los sistemas de complejidad creciente han sido identificados por una serie de atributos muy específicos, a saber: inestabilidades, fluctuaciones, turbulencias, perturbaciones, la presencia de aleatoriedad, incertidumbre, no-linealidad, emergencia, autoorganización, redes libres de escala, percolación, irrupciones (*bursts*) (Barabasi, 2011), distribuciones en términos de leyes de potencia, criticalidad autoorganizada, y varios más. Manifiestamente, se trata de fenómenos, sistemas y comportamientos que no son reductibles en ninguna acepción de la palabra (irreductibilidad), son no-deterministas, en fin, no se explican con base en matrices, vectores, promedios, medias, medianas y otros rasgos semejantes.

Podría resumirse esta serie de características sosteniendo que los sistemas complejos son esencialmente impredecibles. Más exactamente, son predecibles tan sólo a corto plazo, y cuanto más inmediatamente tanto más predecible son; pero a mediano y a largo plazo se caracterizan justamente por inestabilidades e impredecibilidad. La física estadística –que es una herramienta muy apreciada por parte de la ciencia normal o estándar-, resulta inadecuada para la comprensión y explicación de los sistemas vivos.

Precisamente en este sentido, nuevos lenguajes, nuevas metáforas, nuevas metodologías, nuevos enfoques, ciencias y disciplinas han emergido y se han transformado radicalmente, dedicadas a la tarea de comprender esta clase de fenómenos, sistemas y comportamientos. Las ciencias de la complejidad son, en toda la línea de la palabra ciencia de punta (*spearhead science*), ciencia revolucionaria (Kuhn, 1992).

Las ciencias de la complejidad forman parte de un grupo de ciencias recientes que no tienen *objeto* – a diferencia de toda la ciencia clásica o moderna, la cual se caracterizaba

por que tenía un objeto propio (en cada caso), un método, un lenguaje, una tradición, y demás. Más exactamente las ciencias de la complejidad son ciencias como síntesis (Couloubaritsis, 2014), y se definen, si cabe la expresión a partir de problemas de frontera. Un problema se dice que es de frontera cuando convoca a varias tradiciones científicas o disciplinarias, o bien, igualmente, cuando diferentes tradiciones, métodos y lenguajes confluyen en un problema de base común.

Pues bien, desde casi cualquier punto de vista –conceptual, categorial, fenomenológico, y otros-, el más complejo de todos los sistemas imaginables o cognoscibles son los sistemas vivos. Cabe entonces adelantar una tesis de carga al mismo tiempo científica y filosófica: las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida. Esta tesis exige una elucidación cuidadosa.

Contemporáneamente con la emergencia de las ciencias de la complejidad nacen otros grupos de ciencias con un espíritu semejante. Se trata, por ejemplo, de las ciencias de la tierra, las ciencias del espacio, las ciencias de la salud, las ciencias de la vida, las ciencias de materiales, en fin, precisamente, las ciencias de la vida. Las fronteras entre estos grupos de ciencias son difusas, permeables, movedizas.

De manera atávica, particularmente en el contexto anglosajón, las ciencias de la vida están fuertemente vinculadas a las ciencias de la salud, a las ciencias biológicas, al estudio de las enfermedades y el tratamiento de los pacientes¹². No puede afirmarse, con igual validez que lo contrario sea cierto: es decir, que las ciencias de la vida sean ciencias de la complejidad. La razón estriba en el carácter disciplinar como se conciben a las ciencias de la vida, y en un fuerte sesgo de una filosofía reduccionista o determinista. Ampliamente, el determinismo y el reduccionismo son paradigmas vigentes y hegemónicos en la ciencia y la cultura. En este sentido, son ciencia normal y corresponden a la mejor tradición de la ciencia clásica o moderna.

Las ciencias de la complejidad tienen consigo el más apasionante, difícil y raro de todos los fenómenos imaginables. La vida no es una propiedad material del universo, sino una forma de organización de la materia, de la energía y de la información, una cualidad de la propia materia, energía e información que, sin embargo, no se deja reducir a cualquier de las tres expresiones físicas.

12 Un ejemplo conspicuo respecto a la revista *Life Sciences* del grupo Elsevier: <https://www.journals.elsevier.com/life-sciences>. En el contexto francófono, o en el marco de la lengua y la cultura alemana la situación no es muy diferente. Una mirada desprevenida a la web es suficiente para comprobar esta idea.

Podríamos decir que la vida como un *programa de investigación* surge apenas en 1942 con el bello texto de E. Schrödinger, *¿Qué es la vida?* (Schrödinger, 2000). Naturalmente que la palabra “vida” ya existía mucho antes. Pero, no es cierto lo que sí sostiene con razón en el marco del nominalismo U. Eco (2010), que “en el nombre de la rosa está la rosa”. En la palabra vida no había aparecido aún, hasta Schrödinger la vida como un programa de investigación. Omitiendo deliberadamente aquí el logro de Watson y de Crick en 1953, en la tradición de Schrödinger cabe identificar varios hitos o pasos, así: Monod (2015), Jacob (2015), Prigogine y Stengers (1983), Maturana y Varela (1998), Solé y Goodwin (2000), y muchos más hasta llegar, notablemente a Kauffman (1995; 2000).

En cualquier caso, se trata de una tradición que apenas sí supera los sesenta años, o algo así, a la fecha. Y, sin embargo, son apasionantes los logros y alcances que se han conseguido.

Las ciencias de la complejidad se ocupan de fenómenos alta y crecientemente contraintuitivos. Más exactamente, la “vida” no es algo que se ve, en el sentido natural de la percepción. Ciertamente vemos cadenas de péptidos, diferentes clases de RNA, el propio DNA, y otras instancias, por encima y por debajo de la célula. Es exactamente en este sentido que sostenemos que la vida no se reduce a propiedades físico-químicas, por ejemplo. La vida es un fenómeno que no vemos, sino, lo *concebimos*; si cabe, lo *imaginamos* a cada instante.

Podemos traducir esta idea en los siguientes términos. La enfermedad es algo que vemos (en última instancia, las ciencias de la salud, la medicina y las ciencias de la vida descansan, desde este punto de vista en la patología). Es ulteriormente en la patología en donde, literalmente, se ve la enfermedad. Por el contrario, la salud no es algo que propiamente se vea; se la adivina, se la intuye, se la concibe, si se nos permite esta aproximación.

Digámoslo de forma franca y directa: las ciencias de la complejidad nos ayudan enormemente a pensar lo impensado en la historia de las ciencias de la salud y de las ciencias de la vida: la salud. Estas siempre han pensado únicamente (la) enfermedad: epidemias, pandemias, contagio, morbilidad, mortalidad, y demás. Mientras que la enfermedad es un fenómeno determinado y que hay que determinar, salud es esencialmente indeterminada, abierta. Si apenas llevamos algo más de sesenta años o algo así pensando la vida, llevamos en verdad mucho menos tiempo tratando de pensar (la) salud. La forma tradicional y normal ha sido en términos de “determinantes de la salud” (sic).

Sólo que salud es un caso particular, apasionante y definitivamente significativo de vida. Pero la vida implica incertidumbre, indeterminación, fluctuación, inestabilidades, cambios súbitos, imprevistos e irreversibles, y demás rasgos y atributos propios de los sistemas complejos.

- Como se aprecia sin dificultad, las ciencias de la complejidad implican la formación o el desarrollo de una estructura mental. Hay varias formas de comprender a esta estructura mental, además de lo que se ha dicho hasta el momento. Desde el punto de vista metodológico, el estudio de los sistemas vivos no se reduce a una heurística determinada; mucho mejor aún, un rasgo distintivo –acaso único- de las ciencias de la complejidad es el recurso a metaheurísticas (Doerner et al., 2007). Dicho de manera puntual: se trata de la identificación de problemas exactos con vista en el trabajo en espacios de solución, en la búsqueda de soluciones aproximadas. Como es sabido en la investigación de punta, las soluciones aproximadas son bastante más precisas y óptimas que las soluciones exactas.
- Desde el punto de vista lógico, los sistemas complejos no pueden ya trabajarse, en absoluto, con base en la lógica formal clásica –que es la lógica simbólica, la lógica matemática, la lógica de predicados o la lógica proposicional; cuatro maneras diferentes de apuntar en una sola y misma dirección-. En efecto, la lógica formal clásica es bivalente, y las dinámicas, las estructuras, los comportamientos y las características de los sistemas vivos no pueden reducirse a una estructura mental de bivalencia (1 o 0). Exactamente en este sentido las lógicas no-clásicas¹³ resultan de inmensa ayuda en la comprensión de la complejidad (Maldonado, 2017a). A pesar de que, grosso modo, hasta la fecha, ni los complejólogos le han puesto atención a las lógicas no-clásicas, ni en general la comunidad de lógicos se interesan en la complejidad.
- De manera muy significativa, la complejidad implica un nuevo tipo de relación con la naturaleza, lo cual, como se observa con facilidad, implica una transformación radical de la estructura mental (y afectiva y emocional, desde luego). Mientras que el modo tradicional de relación con la naturaleza fue en términos de medios a fin, en el que los seres humanos se situaban a sí mismo como exter-

13 Ejemplos de lógicas no-clásicas son: la lógica difusa, la lógica polivalente, la lógica modal, la lógica multimodal la lógica del tiempo, las lógicas paraconsistentes, la lógica de contrafácticos, la lógica cuántica, la lógica doxástica y la lógica epistémica, la lógica dinámica, la lógica de la ficción, la lógica erotética, la lógica alética, y varias más.

nos y superiores a la naturaleza, las ciencias de la complejidad, mucho mejor: el problema de la vida y los sistemas vivos plantea una transformación radical: la vida no es algo ajeno y distinto a los sistemas abióticos mismos. No existe absolutamente ninguna línea demarcatoria entre sistemas bióticos y abióticos: ambos constituyen un continuum vago. La naturaleza emerge como la base de cualquier valor, idea y posibilidad, y éstos se remiten a ella como a la fuente de sentido y significación. Simple: cualquier pelea del ser humano con la naturaleza (= competencia, competitividad, lucha por los recursos naturales, etc.), la lleva perdida el ser humano.

- Desde el punto de vista de la organización del conocimiento, las ciencias de la complejidad permiten y demandan al mismo tiempo otras estructuras y dinámicas diferentes a las habidas tradicionalmente, hasta le fecha. Nuevos conocimientos dan lugar a nuevas formas de organización social del conocimiento. Si la ciencia clásica surge de la mano de las universidades, las nuevas ciencias surgen, adicionalmente, en otros espacios alternativos: centros e institutos de investigación, vínculo entre la universidad, el sector privado, la sociedad civil y el sector público en formas perfectamente horizontales de cooperación. La fenomenología al respecto es reciente, pero altamente sugestiva.
- Desde el punto de vista semántico, nuevos conceptos, nuevas categorías pero también nuevas metáforas y símiles emergen y se acuñan con la intención de aprehender idóneamente los nuevos fenómenos, sistemas y comportamientos que tenemos ante nosotros, con nosotros. Es constante la aparición de nuevas expresiones que combinan muy bien lógica y metodología, por un lado, y tropología (esto es, metáforas, símiles, sinécdoques, metonimias, y otras figuras literarias) por el otro. Los neófitos en el estudio de la complejidad son particularmente sensibles a esta circunstancia. Deben aprender nuevos lenguajes, nuevos términos, en fin, una nueva estructura mental.
- El modelamiento y la simulación constituyen la forma más acabada de las nuevas revoluciones científicas y tecnológicas en curso. Hoy por hoy es prácticamente imposible trabajar en investigación de punta al margen del dominio de lenguajes de programación y la incorporación de modelamientos y simulaciones. La apariencia pudiera dar la sensación de que se trataría aquí de un reduccionismo com-

putacional (o informacional). Sin embargo, el aprendizaje de lenguajes de programación constituye un rasgo estructural –por ejemplo, generacional- que permite establecer un contraste entre ciencia clásica y de punta. Esta afirmación llega hasta tal punto que, por ejemplo, es cada vez más difícil trabajar ciencia e investigación de punta al margen de la ciencia de grandes bases de datos; la analítica de datos, por ejemplo. Y esto es así aunque la ciencia de grandes bases de datos no tiene nada que ver con complejidad; pero es cada vez más difícil hacer investigación de punta al margen de la ciencia de grandes bases de datos.

Estas caracterizaciones de las nuevas estructuras mentales que implican las ciencias de la complejidad no quieren ser exhaustivas, pero sí apuntan en una dirección precisa que permite ver contrastes, matices, gradientes, en fin, forma y dinámicas novedosas y diferentes de las tradicionales.

Conclusiones

Este texto ha avanzado una tesis fuerte. Las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida. Se han aportado argumentos, señalamientos, indicios, pruebas, evidencias de distinto grados y modo. La buena ciencia no se hace con base en la construcción de consensos y acuerdos. Por el contrario, la buena ciencia consiste en desplazar el foco de la mirada, sugerir inflexiones y pliegues, en mostrar intersticios y rizomas, si cabe la expresión.

La masa crítica de las ciencias de la complejidad es creciente. Cada vez más eventos académicos, publicaciones, revistas y libros aparecen en el mundo. Existen magníficos vectores en las redes sociales dedicados enteramente a la complejidad (redes complejas, inteligencia artificial, vida artificial, y otros). No existe prácticamente ninguna gran universidad en el mundo que no tenga ya grupos de investigación dedicados a la complejidad, y se han creado estudios de postgrado a diferentes niveles, así como Centros e Institutos de diversa índole dedicados al tema. Pero es igualmente cierto que las ciencias de la complejidad son aún ciencia alternativa, disidente, marginal. Pero la ciencia normal predomina ampliamente, la financiación de la investigación está muy ampliamente dedicada a ella, en fin, los currículos en todos los niveles de la educación abundan en disciplinarietà, determinismo, reduccionismo, linealidad, la búsqueda de máximos, el trabajo con óptimos, etc.

Nos encontramos, según parece, en medio de una auténtica revolución científica, actualmente. ¿Vale recordar con Kuhn (1992; capítulo décimo) que toda revolución científica es también una revolución política? Lo que es evidente es que, en las revolu-

ciones, algunas veces, algunos, con las razones equivocadas están en el bando correcto; y en otras ocasiones, otros, con las razones correctas están en el bando equivocado. Desiderativamente debería ser posible que quienes están con las razones correctas estén en el bando correcto. Pero esto se dice fácilmente. Hay fuertes dinámicas sociales que complican enormemente la situación.

Cada época desarrolla ciencia que puede, y cada época desarrolla la ciencia que necesita. Es absolutamente evidente que el más sensible de todos los problemas del mundo contemporáneo consiste en entender a los sistemas vivos, en explicar la vida, en fon, en comprender cómo la vida emergió y cómo se hace posible. Pero, al mismo tiempo, de forma paralela, es evidente que nos encontramos en un cuello de botella. Los más importantes, inteligentes, peligrosos y trágicos problemas tienen que ver hoy por hoy con el calentamiento global, la sexta extinción masiva en curso, la desertificación y la tala de bosques, la acidificación de los mares, la polución y la contaminación en todas sus formas y niveles, la sobrepoblación, la inequidad, la pobreza, y la injusticia, para mencionar tan sólo los más inminentes. Por primera vez desde que aparecieron esos homínidos que se llaman a sí mismo *homo sapiens sapiens*, ha llegado a ser evidente que su futuro no está asegurado de ninguna manera, y ciertamente no de una vez y para siempre. Los seres humanos se han puesto en peligro de extinción a sí mismos, conjuntamente con la depredación de la naturaleza y la extinción en masa de numerosas otras especies. Los seres humanos han roto todos los balances y equilibrios de la naturaleza. En fin, la vida es algo que ya no va de suyo, y su futuro no está garantizado en el corto o en el mediano plazo, en manera alguna.

Hoy, comprender la vida es una sola y lo mismo ocurre con comprender cómo se puede hacer posible y cada vez más posible. Digámoslo de forma directa y contundente: estamos comenzando a considerar la posibilidad de pensar como la naturaleza, y no ya simplemente como seres humanos, en cualquier acepción de la palabra. Un problema de la máxima complejidad conocida. Las ciencias de la complejidad corresponden exactamente a esta época que mencionamos, a estos desafíos y retos. Y creemos que, así, las ciencias de la complejidad tienen sentido. Al fin y al cabo, el tema de base, por primera vez, en toda la escala de la palabra, en cualquier marco o dimensión que se prefiera, aunque siempre con énfasis y modos propios, la vida es el problema –filosófico y científico *par excellence*. Jamás la humanidad se había enfrentado a escala global con un grupo de cuestionamientos semejantes.

Las ciencias de la complejidad tienen como finalidad comprender la vida, cómo surgió y cómo se ha hecho posible, su diversidad y pluralidad, sus retos, límites y desafíos. Por primera vez, una expresión de la vida no es más importante que la demás, pues to-

das se implican recíproca y necesariamente. Lo dicho: son ciencias de la vida. Una expresión reciente que demanda, hacia futuro, de ulteriores elaboraciones y desarrollos.

Bibliografía

Acot, P., (2005). *Historia del clima. Desde el big bang a las catástrofes climáticas*. Buenos Aires: Ed. El Ateneo

Bak, P., (1996). *How nature works. The science of self-organized criticality*. Springer Verlag

Barabasi, A.-L., (2003). *Linked. How everything is connected to everything else and what it means for business, science, and everyday life*. New York: Plume Book

Barabasi, A.-L., (2011). *Bursts. The hidden patterns behind everything we do, from our e-mail to bloody crusades*. New York: Plume Books

Barrat, A., Barthélemy, M., Vespignani, A., (2008). *Dynamical processes on complex networks*. Cambridge: Cambridge University Press

Bedau, M. A., and Cleland, C. E., (Eds.), (2010). *The nature of life. Classical and contemporary perspectives from philosophy and science*. Cambridge: Cambridge University Press

Brockman, J., (1991). *The third culture: beyond the scientific revolution*. New York: Touchstone

Byrne, D., and Callaghan, G., (2014). *Complexity Theory and the Social Sciences*. London: Routledge

Casti, J., (1998). "Complexity and aesthetics", en: *Complexity*, vol. 3, issue 5, may/june, pp. 11-16

Chaisson, E. J., (2000). *Cosmic evolution. The rise of complexity in nature*. Oxford: Oxford University Press

Christian, D., (2005). *Mapas del tiempo. Introducción a la "gran historia"*. Barcelona: Crítica

Couloubaritsis, L., (2014). *La philosophie face à la question de la complexité. La défi*

majeur du 21e siècle. Tome 1: Complexités. Intuitive, archaïque et historique. Tome 2: Complexités scientifique et contemporaine. Bruselas: Ousia

Cowan, G. A., Pines, D., Meltzer, D., (1999). *Complexity. Metaphors, models, and reality.* Cambridge, MA: Perseus Books

Doerner, K. F., Gendreau, M., Greistorfer, P., Gutjahr, W. J., Hartl, R. F., Reimann, M., (Eds.), (2007). *Metabeuristics. Progress in complex systems optimization.* Springer Verlag

Eco, U., (2010). *El nombre de la rosa.* Madrid: Penguin-Random House

Érdi, P., (2008). *Complexity Explained.* Springer Verlag

Gell-Mann, M., (2005). *El quark y el jaguar. Aventuras entre lo simple y lo complejo.* Barcelona: Tusquets

Gleick, J., (2008). *Chaos. Making a new science.* Penguin Books

Hey, T., Pápay, G., (2014). *The Computing Universe.* Cambridge: Cambridge University Press

Holland, J., (1995). *Hiddel order. How adaptation builds complexity.* Reading, MA: Perseus Books

Holland, J., (1998). *Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence.* Cambridge, MA/London: The MIT Press

Jablonka, E., and Lamb, M. J., (2004). *Evolution in four dimensions. Genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life.* Cambridge, MA: The MIT Press

Jacob, F., (2015). *El juego de lo posible.* México, D. F.: F. E. C.

Kauffman, S., (1995). *At home in the universe. The search for the laws of self-organization and complexity.* Oxford: Oxford University Press

Kauffman, S., (2000). *Investigations.* Oxford: Oxford University Press

Kuhn, Th., (1992). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, D. F.: F. C. E.

Lewin, R., (1994). *Complejidad. El caso como generador del orden*. Barcelona: Tusquets

Lineweaver, Ch. H., Davies, P. C. W., and Ruse, M., (Eds.), (2013). *Complexity and the arrow of time*. Cambridge: Cambridge University Press

Lloyds, S., (2007). *Programming the universe: A quantum computer scientists takes on the cosmos*. Vintage Books

Lorenz, E., (2000). *La esencia del caos. Un campo de conocimiento que se ha convertido en parte importante del mundo que nos rodea*. Madrid: Debate

Maldonado, C. E., (2017a). *Pensar. Las lógicas no-clásicas*. Bogotá: Ed. Universidad El Bosque

Maldonado, C. E., (2017b) “Hipercomputación biológica y comunicación entre los seres vivos”, en: Arboleda, L. C., (Ed.), *Un Festschrift para José Luis Villaveces*. Bogotá: Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, págs. 109-124; libro, pp. 1-166

Maldonado, C. E., (2016a). *Complejidad de las ciencias sociales. Y de las otras ciencias y disciplinas*. Bogotá: Ed. Desde Abajo

Maldonado, C. E., (2016b) “El evento raro. Epistemología y complejidad”, en: *Cinta de Moebio*; disponible en: <http://www.moebio.uchile.cl/56/maldonado.html>, No. 56, pp. 187-196

Maldonado, C. E., Gómez-Cruz, N., (2015) (2015g) “Biological Hypercomputation: A New Research Problem in Complexity Theory”, en: *Complexity*, Vol. 20, Issue 4, págs. 8-18

Maturana. H., Valera, F., (1998). *El árbol del conocimiento. Las raíces biológicas el entendimiento humano*. Santiago de Chile: Lumen

Mitchell, M., (2009). *Complexity. A guided tour*. Oxford: Oxford University Press

Mitchell, S. D., (2003). *Biological complexity and integrative pluralism*. Cambridge:

Cambridge University Press

Monod, J. L., (2015). *El azar y la necesidad. Un ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*. Barcelona: Tusquets

Moore, D. S., (2015). *The developing genome. An introduction to behavioral epigenetics*. Oxford: Oxford University Press

Morris, I., (2016). *¿Por qué manda occidente... por ahora?* Barcelona: Ático de los libros

Nowak, M. A., (2011). *Supercooperators. Altruism, evolution, and why we need each other to succeed..* New York: Free Press

Page, S. E., (2011). *Diversity and complexity*. Princeton & Oxford: Princeton University Press

Pagels, H., (1991). *Los sueños de la razón. El ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad*. Barcelona: Gedisa

Prigogine, I., Stengers, I., (1983). *La nueva alianza. La metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza

Rescher, N., (1998). *Complexity: A philosophical overview*. London: Routledge

Rosnay, J. de., (1993). *Los senderos de la vida*. México, D. F., F. C. E.

Ruelle, D., (1995). *Azar y caos*. Madrid: Alianza

Scott, A. C., (2007). *The Nonlinear Universe. Chaos, Emergence, Life*. Springer Verlag

Schrödinger, E., (2000). *¿Qué es la vida?* Barcelona: Tusquets

Schryock, A., and Lord Smail, D., (2011). *Deep history. The architecture of past and present*. Berkeley: University of California Press

Snow, C. P., (2012). *The two cultures*. Cambridge: Cambridge University Press

Solé, R., and Goodwin, B., (2000). *Signs of life. How complexity pervades biology*. New

York: Perseus Books

Stewart, I., (1998). *Life's Other Secret. The new mathematics of the living world.* Wiley

Strogatz, S., (2003). *Sync. How order emerges from chaos in the universe, nature, and daily life.* New York: Hyperion

Volk, T., (1998). *Gaia's body. Toward a physiology of earth.* Springer Verlag

Waldrop, M. M., (1993). *Complexity. The emerging science at the edge of order and chaos.* New York: Touchstone Book

Watts, D., (2004). *Six Degrees. A science of a connected age.* New York/London: W. W. Norton & Co.

Wilson, E. O., (2012). *The social conquest of earth.* New York/London: W. W. Norton & Co.

Capítulo 10

COMPLEJIDAD Y RACIONALIDAD EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Introducción

La teoría de la evolución ya sea en su vertiente (neo)darwiniana o (neo)lamarckiana pone en evidencia que los sistemas no controlan jamás el medioambiente. Ciertamente se adaptan al medio ambiente y contribuyen a modificarlo a escala local dando lugar a la coevolución, pero no logran jamás dominarlo. El azar llega a los sistemas vivos debido al medioambiente, siempre incesantemente cambiante.

El medioambiente es el título genérico para decir: la naturaleza. Pero esta abarca a los diferentes ecosistemas tanto como a las relaciones del planeta con el sol y el sistema planetario y, más allá, a los acontecimientos de tipo cósmico, tales como la existencia de meteoritos, las explosiones supernovas, las acciones de agujeros negros, entre muchos otros. El medioambiente es un concepto esencialmente abierto e indeterminado.

Pues bien, la evolución tiene lugar siempre en ambientes locales. Son los cambios locales los que definen la capacidad de aprendizaje y de adaptación de los sistemas vivos. La evolución no sucede jamás ante vectores y matrices, sino en condiciones locales, en cada caso. Los sistemas vivos viven localmente y piensan localmente. Sólo, muy recientemente, el sistema de libre mercado hizo creer en: “actuar localmente y pensar globalmente”; pura sofística con consecuencias nefastas. El hecho primario de que existen condiciones locales de aprendizaje y adaptación es la articulación de ecosistemas, paisajes, regiones, biomas y biosfera, para no hablar, mucho mejor, de ecosistemas marinos, de agua dulce, desértico, montañoso, forestal, de páramos, costero y otros.

Occidente, la confluencia originaria entre Atenas, Roma y Jerusalén, es una civilización de alrededor de 2500 años, y se enfrenta a un hecho dramático: un cambio global que apunta es leído generalmente como irreversible. Este es el más urgente de todos los problemas, teóricos y prácticos, aparentemente. A todas luces, en el contexto en el que vivimos un diferente de suma cero, el cambio climático es un asunto de todos.

El cambio climático es un hecho. Son numerosos y crecientes los datos al respecto. El negacionismo frente al cambio climático es tan mala fe como una revisión de los movimientos milenaristas; esto es, el hecho de que cada vez que una élite ve llegar el final suyo identifica su final con el final de toda la humanidad. Quizás la más antigua de estas actitudes milenaristas fue la historia (mito) de Hércules. El cambio climático es un hecho, y, sin embargo, debe ser radicalmente diferenciado de los milenarismos. Un asunto complejo.

Algunos datos clave sobre el cambio climático

Los numerosos datos sobre el cambio climático ponen en realidad en evidencia una cosa: Occidente: a) se olvidó de vivir; b) nunca supo vivir bien (*suma qamaña; sumak kawsay*). En verdad, la existencia de zonas de sacrificio, la obsolescencia programada, el hiperconsumismo, la pérdida de la soberanía alimentaria, la ignorancia sobre los países y regiones canasta de pan, la muy grave distinción entre sustancias nutritivas y alimentos, y el hecho subsiguiente de que la inmensa mayoría de persona en el mundo, hoy no se alimentan sino, en el mejor de los casos ingieren sustancias alimenticias, generando así numerosas enfermedades metabólicas y crónicas; a estos factores se suman otros: la desertificación y tala sistemática de árboles, la contaminación visual y auditiva, la sexta extinción, ya plenamente estudiada en marcha, la subsunción de todas las esferas del conocimiento y de la existencia a la economía, la cual ha sido siempre cortoplacista puesto que siempre sólo ha pensado en términos de eficiencia, eficacia, crecimiento y desarrollo.

Al panorama anterior se suma la existencia de numerosos productos químicos en la vida cotidiana de los seres humanos, el cadmio, el coltrán, plomo y otros; pero en realidad, esos no son problemas de la química: son problemas económicos. Justamente, el resultado de la teología del llamado *homo economicus* que ha terminado matando,

casi, a la vida misma. Esa economía que produce un arsenal casi ilimitado de armas biológicas, químicas y nucleares, y que ha llegado a hablar de “fuego amigo”, “bajas casuales”, y otras expresiones semejantes.

Finalmente, la concentración del capital cada vez en menos manos, la pésima distribución social de la riqueza, la destrucción de la naturaleza debido a su identificación como “recursos naturales” –a de los seres humanos como “recursos humanos”-, el poderío de las transnacionales de todo tipo que rompen en mil pedazos las soberanías nacionales y los micro-poderes locales, y el robo de la historia de todos los pueblos y culturas que nunca se acoplaron al modelo de Occidente. En rigor, el capitalismo, el neoliberalismo y la economía de mercado son tan sólo las últimas o más recientes expresiones de un problema de tipo estructural, a saber: la conjunción entre Atenas, Roma y Jerusalén en toda la línea de la palabra.

Occidente se olvidó de vivir y nunca supo vivir bien, entre otras razones porque las tres religiones monoteístas constitutivas de la humanidad occidental son religiones del desierto; esto es, religiones que implican la lucha contra la naturaleza, el abandono de la tierra (Éxodo), la búsqueda de la trascendencia, el egoísmo y los intereses empujados y distintivamente humanos, punto.

Los datos sobre el cambio climático son ubicuos: derretimiento de los glaciares, calentamiento de los océanos, calentamiento global, pérdida de las nieves perpetuas, elevamiento de los niveles del mar, vientos cada vez más extremos y la acidificación de los océanos, se suman en realidad a otros fenómenos, acaso menos evidentes; por ejemplo, la inversión de la polaridad de la tierra, que sucede aproximadamente cada 780.000 años, el desplazamiento del eje terrestre, la tectónica de placas y la deriva continental en tiempos acelerados (de promedio tres pulgadas por año), el agotamiento y posible pérdida de varios de los elementos de la Tabla Periódica de Elementos, en fin, los períodos glaciales e interglaciales que recientemente estamos comenzando a aprender.

Es imposible vivir de espaldas a la naturaleza y a la trama entera de la vida, y es imposible vivir únicamente con base en los propios intereses y necesidades. Si evolutivamente una de las marcas de calidad de la vida es la perdurabilidad, la civilización occidental es la que menos calidad de vida ha tenido debido a que es la civilización más breve que jamás existió en toda la historia de la humanidad. La gran sabiduría del mundo enseña que la calidad de vida es siempre directamente proporcional al conjunto de la naturaleza. Occidente jamás supo de la naturaleza, y por consiguiente de la vida. Concibió a la naturaleza como un medio, y jamás supo de la complejidad de la vida; sólo de las filosofías, ciencias, artes y religiones de corte antropocéntrico o antropológico.

Como programa de investigación, la vida nace recién en 1942, gracias a ese libro singular de E. Schrödinger, *¿Qué es la vida?* Anteriormente, en el mejor de los casos, tan sólo existía la palabra. Pero la existencia de la palabra no configura por sí misma la existencia del fenómeno.

El estudio del cambio climático ha sido, verdaderamente, el resultado de la analítica de datos con base en el desarrollo de la ciencia de datos (*big-data science*). Los datos son profusos y crecientes. Pues bien, el tema fundamental que emerge, consecuentemente, es el de la interpretación de los datos. Como es sabido, este es, si cabe la expresión, el Santo Grial en ciencia. No es la observación, no son los datos, no es la experimentación, por ejemplo, lo que define la inteligencia, en cualquier acepción de la palabra: es la interpretación de los mismos. Una interpretación inteligente arroja datos inteligentes. Pero la interpretación es, hoy por hoy, un proceso colectivo, en toda la línea de la palabra.

Racionalidad y cambio climático

La racionalidad que demanda el cambio climático se condensa en tres aspectos. Estos son: el estudio del azar o la aleatoriedad, el estudio de eventos raros, y el estudio del

efecto mariposa. Tres rasgos característicos de las ciencias de la complejidad.

La evolución y la cosmología, la biología y la química, la paleontología y la propia psicología, entre otras, así lo han puesto de manifiesto: el problema más difícil, cognitiva, emocional y psicológicamente hablando es el papel del azar en la economía del universo y de la vida. De manera atávica, los seres humanos prefieren tener malas explicaciones a no tener ninguna. Pues bien, el azar o la aleatoriedad: a) no pueden ser domados, b) desempeñan un papel central en la evolución del universo y la naturaleza, como en la vida de los seres humanos, por lo demás. Esto no significa, en absoluto que todo sea azaroso o que el azar lo controle todo.

Hay que decirlo, la racionalidad occidental está dominada ampliamente por el logos: que significa tanto palabra y razón como número. Los occidentales necesitan creer que todas las cosas obedecen a una causa. La creencia en la causalidad es, de lejos, la creencia más importante de toda la humanidad occidental. La historia del logos es tanto la lucha contra la intuición como contra el azar: en esto se condensa la historia desde la Grecia clásica hasta la fecha. Pues bien, el imperio del logos no es otra cosa que el encefalocentrismo y, por derivación, el antropologismo.

Digámoslo expresamente: el azar o la aleatoriedad o la contingencia –tres nombres para un solo y mismo problema-, no son dominantes, pero no pueden ser descartados. Aún estamos a la espera de una “teoría del azar” o de la contingencia. Ella nos permitirá entender que los sistemas vivos, incluidos los seres humanos, no son necesarios, sino esencialmente contingentes. En esto, paradójicamente, estriba su fortaleza. Por ello mismo los seres vivos actúan, deciden, modelan la realidad, anticipan eventos, apuestan, se arriesgan, cooperan, aprenden, heredan y transmiten experiencias, como bien lo ha dejado en claro, recientemente la epigenética.

En estrecha relación con lo anterior, es preciso señalar que el cambio climático es un evento raro, en toda la línea de la palabra. Una manera de traducir un “evento raro”

es como un cisne negro; esto es, literalmente, eventos, fenómenos, comportamientos altamente improbables. En estadística un evento raro puede ser expresado en la forma de una cola larga.

Pues bien, la historia de los homínidos apenas abarca 200.000 años. Los saurios dominaron la tierra durante 250 millones de años, hasta la caída del meteorito en Yucatán. Por su parte, los cefalópodos dominaron los mares durante 300 millones de años. “Dominar” es el término tradicional empleado en evolución para expresar evolución y adaptación. En escala biológica y ecológica, los seres humanos son apenas un suspiro en el juego de la vida. Occidente ha durado menos de un segundo en cualquier escala de gran envergadura que se quiera adoptar. El drama es que Occidente sólo se sabe y se quiere a sí misma, punto.

El cambio climático es un evento raro: un concepto específico en el marco de las ciencias de la complejidad. No único y no singular, sino, un evento que es altamente improbable pero que ya ha sucedido en otro momento en escalas de tiempo magníficamente más amplias que las de la historia de la cultura. Pues bien, aprender de la naturaleza significa aprender tiempos naturales, y los tiempos naturales son bastante más amplios hacia arriba o hacia abajo, a partir de la escala humana. Hacia arriba abarca siglos, períodos, eras y eones hasta años luz, y hacia abajo comprende las escalas micro, nano, femto, atto y varias más. El tiempo humano se dirime entre escalas macroscópicas y microscópicas. Y es justamente entre ambas dimensiones que el tiempo humano aparece, manifiestamente, como un evento raro.

Por su parte, es preciso subrayar este fenómeno: no existen causas, y ciertamente no causas inmaculadas. La naturaleza, como el universo, y la vida como la biosfera es el resultado de sutiles efectos de mariposa, estudiados específicamente por la ciencia del caos. Un sistema caótico es un sistema altamente ordenado, pero que es imprevisible. Y pensar en términos del caos –o más exactamente, sistemas que existen en el filo del caos; que no es sino una manera de decir también, alejados del equilibrio-, equivale a

aprender a pensar en términos de imprevisibilidad. Los sistemas complejos son impredecibles: en esto radica exactamente su especificidad.

Pues bien, el efecto de mariposa significa que hay una multiplicidad de pequeños eventos a partir de los cuales resultan sucesos perfectamente impredecibles. Técnica-mente, esto se conoce como un atractor de Lorenz, aunque en buena ciencia de la complejidad existen otros, como los atractores de Bénin y los atractores toro. En todos los casos, sin embargo, se trata de atractores extraños.

Dicho de manera puntual: el cambio climático es el resultado de numerosos prácticamente ilimitados pequeños acontecimientos que dan como lugar un output impredecible. Las ciencias de la complejidad se ocupan de fenómenos impredecibles; esto es, aleatorios o contingentes; en otras palabras, que son eventos raros.

Quisiera decirlo de manera franca y directa: la racionalidad que implica y demanda el cambio climático implica dejar de pensar como los seres humanos (que somos) y empezar a pensar como la naturaleza. Una idea que va en dirección opuesta al ADN de la humanidad occidental. La biología y la etología, la mirmecología y la inteligencia de enjambre, la primatología y el estudio de las bacterias, el Proyecto Bacterioma Global y el Proyecto Viroma Global, las ciencias de la información y de la computación, en fin, la antropología misma y la física cuántica, sin dejar de lado una parte de la filosofía, notablemente, permiten comprender que es perfectamente posible pensar como la naturaleza y no ya exclusiva o principalmente como los seres humanos.

Dicho de manera puntual, la racionalidad que demanda el cambio climático es cualquier cosa menos una racionalidad humana, en cualquier acepción de la palabra. Un escándalo para la tradición occidental y para la “ciencia normal” (Th. Kuhn).

La complejidad del problema

La mayoría de los análisis sobre el cambio climático están impregnados por el milenarismo; esto es, ven que este podría ser el final de la humanidad y de los sistemas vivos en el planeta. El milenarismo es la tesis que afirma que el final de la humanidad está cerca siempre que se identifica el final de una élite determinada – o de un estándar y estilo de vida.

Esos análisis dominantes sobre el cambio climático ponen el énfasis en el modelo de vida eurocéntrico, y relega al olvido otras prácticas, modelos, discursos y epistemologías.

En efecto, la antropología y la sociología rural, la bioeconomía y la microhistoria, la educación alternativa y los medios alternativos e independientes de comunicación, la bioeducación y la conformación y manejo de biorregiones alrededor del mundo pone en evidencia que existen numerosas comunidades alternativas de acción local que han abandonado o están dejando atrás el estilo de vida marcado: a) por el capitalismo; b) por Occidente como un todo. Desde la India y Japón hasta África, Francia e Italia, desde numerosos movimientos en América Latina incluidos movimientos sociales y cívicos en Canadá y en Estados Unidos. Los nombres son variados y sus extensiones son ricas. Y lo más apasionante de todo es que numerosos movimientos alternativos están conectados de diversas maneras y aprenden unos de otros. No en última instancia, se trata de movimientos sociales y políticos alternativos, que desbordan con mucho la clásica escisión entre centro, izquierda y derecha.

La dificultad estriba en que estos movimientos, prácticas, saberes y epistemologías no aparecen nunca en los titulares de la gran prensa. Como señaló con acierto Z. Bauman, a las grandes multitudes las manejan con zozobra, incertidumbre y miedos estratégicamente elaborados y sistemáticamente gerenciados, que se activan y renuevan de tanto en tanto.

Existen, con motivaciones perfectamente diversas, grupos y asociaciones civiles, laicas, incluyentes, alternativas, en toda la línea de la palabra que no juegan ya al juego de la economía del libre mercado; ni económica, ni política, ni axiológicamente, por ejemplo. Asistimos, de manera aparentemente imperceptible a la muerte de Occidente y al nacimiento de una nueva civilización. Y lo mejor de la historia es que los núcleos principales de pensamiento en Occidente lo saben, pero lo callan.

Por ejemplo, son crecientes las cifras de quienes devuelven o no usan tarjetas de crédito; el trueque es una experiencia crecientemente amplia en numerosas regiones de muchos países. Existe una conciencia cada vez más generalizada del error garrafal que es la separación entre los seres humanos y la naturaleza y el endiosamiento de la experiencia humana como forma de vida; son numerosos los sistemas educativos y las epistemologías que buscan nutrición de su propio pasado, que aprenden de otras tradiciones y culturas, y que innovan y aportan nuevos horizontes. Todo ello conduce y se nutre de posturas políticas alternativas y radicales.

Una parte de la sociología tanto como de la economía y la historia; una parte de la antropología tanto como de la propia física y filosofía, por ejemplo, saben, tematizan y desarrollan estas nuevas cosmovisiones, saberes y prácticas. Se trata, mucho más que de simple interdisciplinariedad y sus variantes, de verdaderos procesos de indisciplina- riedad relativamente a la tradición occidental y a los modelos vigentes y dominantes.

El más apasionante, difícil y complejo de todos los fenómenos y sistemas jamás posibles es la vida. Exactamente en este sentido las ciencias de la complejidad son ciencias de la vida. Pensar la vida y los sistemas vivos significa exactamente dejar de pensar en términos de causalidad, de centralidad y de jerarquías. Según parece, el drama de la ciencia en general consiste en que fue el modelo físico o fiscalista el que terminó siendo dominante. En contraste, si cabe decirlo, pensar en términos biológicos y químicos implica estructuras mentales radicalmente distintas, pues podemos entonces aprender a pensar en términos de comensalismo, mutualismo y cooperación, de sim-

biogénesis y holobiontes, en fin, de eusocialidad; o bien, igualmente, en términos de síntesis y de teoría de conjuntos.

Otras formas de pensar, de hacer ciencia, y de comprender al mundo y la naturaleza son efectivamente posibles y están en marcha.

Conclusiones abiertas:

En pediatría y ginecología se sabe un hecho dramático: hay bebés que nacen sanos y otros que nacen enfermos. Pues bien, Occidente fue un bebé –una civilización- que nació enferma. Con numerosas enfermedades: por ejemplo, con la ecuación según la cual el ser humano es superior y externo a la naturaleza y concibe a ésta como medio para sus intereses y necesidades; la creencia en la necesidad de la trascendencia, ignorando por completo la inmanencia; con una pérdida total de vinculación con el cosmos, reduciendo su visión, en el mejor de los casos, a un esquema local y planetario. El título que engloba un conjunto de enfermedades al mismo tiempo crónicas, agudas y complejas en el sentido de la medicina, es: occidente fue distintivamente antropocéntrica, antropomórfica y antropológica. Como resultado de haber nacido gravemente enferma resulta un hecho: de todas las civilizaciones habidas en la historia de la humanidad, claramente Occidente es la que menos tiempo ha vivido: 2500 años. Asistimos a la muerte de Occidente: otra civilización está emergiendo.

No tenemos aún un tiempo para la nueva civilización que emerge ante nuestros ojos, en este preciso momento. El final de Occidente será el final de un sistema de valores, de ideas y formas de vida; pero no será necesariamente el final de la vida humana. Es preciso elevar siempre la conciencia contra el Milenarismo. (Occidente sólo se denominó a sí misma como tal, mucho después del descubrimiento y conquista de América y la circunnavegación de Magallanes y otros.

El cambio climático es real, pero no es fatídico, y ciertamente no agónico. Mientras se estudia y se trabaja en torno al cambio climático, al mismo tiempo, en paralelo, por así decirlo, se están construyendo otras formas de vida y de relacionamiento.

El más aleatorio y contingente de todos los fenómenos, es sin embargo, el más resiliente y anti frágil (N. Taleb) en toda la historia del universo. Un estudio desprevenido, pero a profundidad de la termodinámica y la cosmología así lo ponen de manifiesto.

Es imposible comprender y explicar la vida y los sistemas vivos, cuidar por hacerlos posibles y cada vez más posibles, exaltarnos y reconocer su dignidad sin una buena dosis de optimismo. Frente al pesimismo imperante de las variantes del Milenarismo la alegría de la vida, el gusto por la vida, y la sabiduría de saber vivir y vivir bien marcan un contraste absoluto.

Es prácticamente imposible girar la cabeza y no ver vida alrededor. Desde los extremófilos hasta los descubrimientos de exoplanetas y las promesas de la exobiología. Para el cuidado de la vida se necesita mucha y muy buena información, educación, ciencia, tecnología e investigación. Pero, además, una pizca de sabiduría. Esa que Occidente jamás tuvo, pero que si es posible observar en la naturaleza. Esa naturaleza que, por lo demás, somos nosotros mismos, también.

Referencias bibliográficas:

Cohn, N., (2015). *En pos del Milenio. Revolucionarios milenaristas y anarquistas místico de la Edad Media*. Logroño: Pepitas de calabaza

Maldonado, C. E., (2020). *Teoría de la información y Complejidad*. Bogotá: Ed. Universidad El Bosque-Desde Abajo (en prensa)

Maldonado, C. E., (2016). “El evento raro. Epistemología y complejidad”, disponible en: <http://www.moebio.uchile.cl/56/maldonado.html>, No. 56, pp. 187-196; doi: 10.4067/S0717-554X2016000200006

Maldonado, (2016) “Pensar como la naturaleza. Una idea radical”, en: *Unipluriversidad*, vol. 16, No. 2, pp. 41-51; disponible en: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/view/328311>

Oddifreddi, P., (2006). *Las mentiras de Ulises. La lógica y las trampas del pensamiento*. Barcelona: Ed. Salamandra

Zellini, P., (2018). *Número y “logos”*. Madrid: Acantilado

Páginas web:

Nasa: Global climate change: <https://climate.nasa.gov/evidence/>

Nasa: global climate change: <https://climate.nasa.gov/faq/35/where-do-the-data-come-from/>

The World Bank: Climate change: <https://data.worldbank.org/topic/climate-change>

CGIAR: CCAFS, Climate data portal: <https://ccafs.cgiar.org/es/publications/ccafs-climate-data-portal#.Xb7fXUZKjIU>

European Environmental Agency: <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/dc>

FAO: <http://www.fao.org/climate-change/resources/data-tools/en/>

IPCC: <https://www.ipcc.ch/data/>

Australian Government: <https://www.environment.gov.au/climate-change/climate-science-data>

Copernicus Program: <https://climate.copernicus.eu/>

OECD: <http://www.oecd.org/environment/cc/>

Data-Hub: <https://datahub.io/collections/climate-change>

Sobre las falacias en la analítica de datos: <https://www.visualcapitalist.com/here-are-15-common-data-fallacies-to-avoid/>

